



### ANALISA KEKUATAN TARIK PADA HASIL PROSES PENGECORAN *NOZZLE* UNTUK *BRAKE COUPLING* MENGGUNAKAN METODE CETAKAN PASIR *JOLT SQUEEZE*

Aji Abdillah Kharisma<sup>a</sup>, Abdul Rahman Agung Ramadhan<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Teknologi Industri/Teknik Mesin, [ajiabdilah@staff.gunadarma.ac.id](mailto:ajiabdilah@staff.gunadarma.ac.id), Universitas Gunadarma

<sup>b</sup>Teknologi Industri/Teknik Mesin, [abdulrahman02@staff.gunadarma.ac.id](mailto:abdulrahman02@staff.gunadarma.ac.id), Universitas Gunadarma

#### ABSTRACT

Sand casting is one of the metal casting methods that has been developed and is still being improved. Sand casting is a type of metal casting that use sand molds. There are several ways to make sand casting, However, this study use the jolt squeeze technique to create complex product forms such as the nozzle component of the air brake coupling. FCD 500 nodular cast iron alloy castings are used in the production of brake coupling nozzles. The goal of this research focuses on the metal casting technique for nozzle products for brake coupling, and then continue with the tensile testing procedure. Tensile testing utilizing JIS Z 2201 standards with two sampels with different diameters, specifically 12,46 mm and 12,79 mm, and material types FCD 500-1 and FCD 500-2. The research results show the sequence of the nozzle metal casting process for brake couplings, through the stages of designing, constructing models and cores, making molds, melting, pouring, fettling and finishing, and quality control. Tensile stress values of 525 N/mm<sup>2</sup> and 546,189 N/mm<sup>2</sup> were obtained for each FCD 500-1 and FCD 500-2 sampels, with force loads of 64000 N and 70130,66 N, respectively.

**Keywords:** Sand Casting, Nozzle, Brake Coupling, Tensile test, FCD 500

#### ABSTRAK

Pengecoran logam telah ditemukan dan terus disempurnakan, salah satunya adalah *sand casting*. *Sand casting* adalah jenis pengecoran logam dengan menggunakan cetakan pasir. Pada *sand casting* terdapat berbagai metode dalam pembuatan nya, namun pada penelitian ini menggunakan metode *jolt squeeze* untuk membuat bentuk produk rumit seperti komponen *nozzle* yang digunakan pada *brake coupling* untuk *air brake system*. Produk *nozzle* untuk *brake coupling* menggunakan bahan coran paduan besi cor nodular FCD 500. Tujuan dari penelitian ini memfokuskan pada proses pengecoran logam pada produk *nozzle* untuk *brake coupling*, kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian tarik. Pengujian tarik menggunakan standar JIS Z 2201 pada dua sampel dengan diameter yang berbeda yaitu 12,46 mm dan 12,79 mm dan jenis material FCD 500-1 dan FCD 500-2. Hasil penelitian menunjukkan urutan pada proses pengecoran logam *nozzle* untuk *brake coupling* melalui tahapan perancangan, pembuatan model dan inti *core*, pembuatan cetakan, peleburan, penuangan, *fettling* dan *finishing*, serta *quality control*. Adapun hasil pengujian tarik pada masing-masing spesimen FCD 500-1 dan FCD 500-2 dengan nilai tegangan tarik (*stress*) sebesar 525 N/mm<sup>2</sup> dan 546,189 N/mm<sup>2</sup> dengan beban gaya yang digunakan sebesar 64000 N dan 70130,66 N.

**Kata Kunci:** *Sand Casting, Nozzle, Brake Coupling, Uji tarik, FCD 500*

#### 1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga cetak (*cavity*) sesuai dengan bentuk atau desain yang diinginkan [1]. Terdapat beberapa macam pengecoran logam diantaranya adalah *centrifugal casting*, *investment casting*, dan *sand casting*. Dari pengecoran *sand casting* terdapat beberapa jenis metode pembuatan cetakan diantaranya adalah metode furan, metode *disamatic*, dan metode *jolt squeeze*. Beberapa penelitian terdahulu, penelitian berfokus pada analisa cacat coran pada *fly wheel* menggunakan cetakan pasir *double squeeze* terdeteksi cacat coran pergesaran dan penyusutan dalam. Hasil uji kekerasan memenuhi

---

standar JIS G4303 [2]. Spesimen hasil pengecoran yang terbaik dicapai dengan melakukan tiga kali putaran dari batas cetakan dan pemanasan cetakan sampai 300°C dengan menggunakan pengecoran squeeze. Pada hasil terjadi peningkatan nilai kekerasan dan butir-butir sehingga porositas menurun [3]. Pada penelitian ini menggunakan metode *jolt squeeze* untuk membuat bentuk produk rumit seperti komponen *nozzle* yang digunakan pada *brake coupling* untuk *air brake system*. *Nozzle* berfungsi untuk menyalurkan atau menginjeksikan bahan bakar dengan tekanan yang tinggi. *Nozzle* tersebut digunakan pada *brake coupling*, dimana *brake coupling* digunakan pada setiap *brake system* yang berfungsi sebagai penyambung untuk mengalirkan udara dari satu gerbong ke gerbong yang lain. Tujuan dari penelitian ini memfokuskan pada proses pengecoran logam pada produk *nozzle* untuk *brake coupling* menggunakan metode *jolt squeeze*, kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian tarik. Pengujian tarik menggunakan standar JIS Z 2201 pada dua sampel dengan diameter yang berbeda dan jenis material FCD 500-1 dan FCD 500-2.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengecoran Logam *Sand Casting*

Pengecoran logam merupakan sebuah teknik atau metode untuk pembuatan suatu benda atau material dengan cara mencairkan sebuah logam [1]. Pengecoran *sand casting* adalah proses pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir. Pada cetakan pasir dibutuhkan sebuah rongga pada cetakan dengan menyesuaikan dimensi atau ukuran pola dari cetakan pasir. Geometri pola merupakan komponen yang penting dalam proses pengecoran cetakan pasir. Proses awal sebelum pengecoran dapat dimulai dengan merancang dan membuat pola terlebih dahulu. Pola merupakan suatu geometri model yang dibuat sebagai objek tiruan benda atau komponen berukuran penuh yang akan di buat produknya. Proses desain komponen pola dimulai dengan gambar perencanaan menjadi gambar untuk hasil produk pengecoran [5]. Pembuatan pola, meliputi beberapa bagian komponen yang penting yaitu *cope* dan *drag*, *gating system*, pemisah, kemiringan pola, penambahan ukuran akibat penyusutan, proses pemesinan serta inti merupakan hal utama dengan proses pengecoran [4].

### 2.2. Metode *Jolt Squeeze*

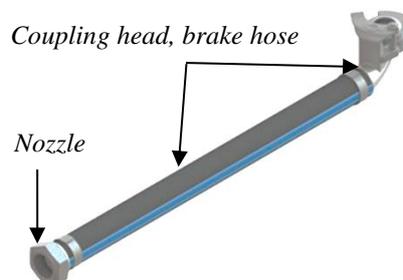
Cara pembuatan cetakan dengan mendesak pasir oleh pelat pendesak dengan mempergunakan tekana minyak atau udara untuk menggerakkannya disebut pembuatan cetakan desak. Mesin pendesak bekerja dimana udara udara tekan dari saluran hisap mendesak dan mengangkat meja dengan tanang serta mengepres pelat pendesak yang dipasang tetap pada bagian atas mesin. Pasir dalam rangka cetakan diletakkan antara pelat pendesak dan meja, dan bagian penekana yang cukup akan diperoleh cetakan.

### 2.3. Jenis Pasir Cetakan

Jenis pasir cetak yang sering banyak digunakan pada dunia industri khusus nya dalam pembentukan suatu produk biasanya menggunakan jenis pasir silica, pasir zirkon, dan pasir *olivine*. Tetapi jenis pasir cetakan yang paling mudah didapatkan adalah jenis pasir silica. Pasir silika didapat dengan cara menghancurkan batuan silica, kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran butir yang diinginkan [6].

### 2.4. *Nozzle dan Brake Coupling*

*Nozzle* merupakan salah satu komponen penyusun dari sebuah produk *brake coupling* yang memiliki fungsi sebagai alat penyambung dan pengalir udara dari *brake hose* menuju *isolating cock* pada gerbong kereta. *Brake coupling* merupakan kompenen yang digunakan pada setiap *brake system* yang berfungsi sebagai penyambung untuk mengalirkan udara dari satu gerbong ke gerbong yang lain. *Brake coupling* terdiri dari atas *coupling head*, *brake hose*, dan *nozzle* [6].



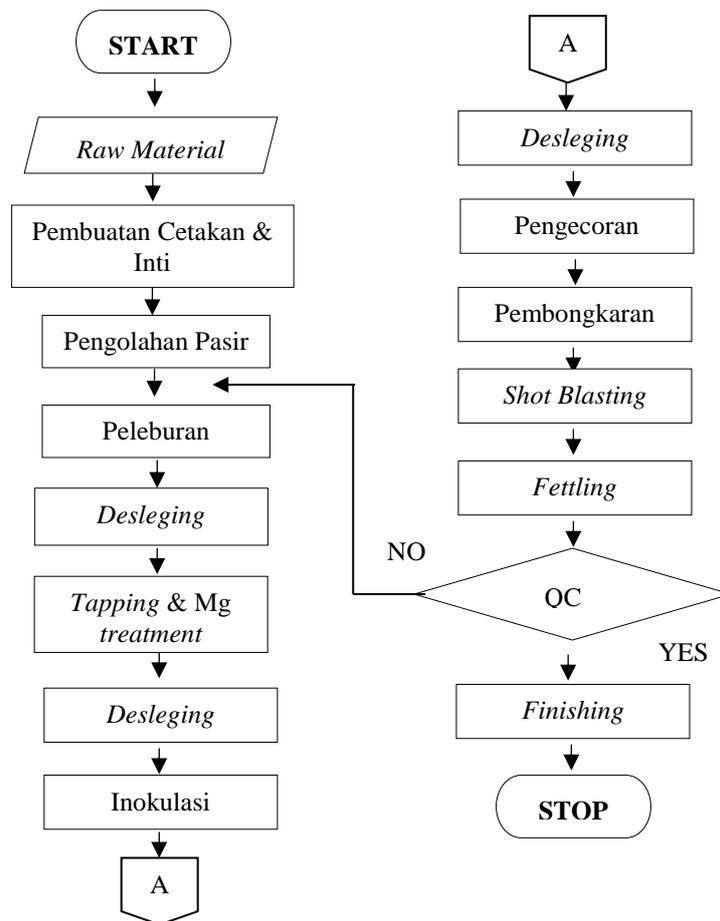
Gambar 1. *Nozzle dan brake coupling*[6]

**2.5. Pengujian Tarik (*Tensile test*)**

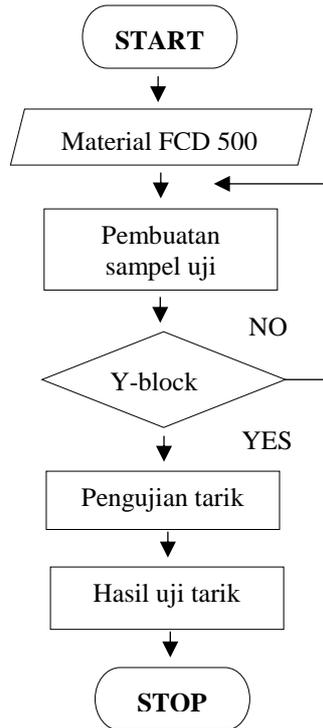
Kekuatan tarik adalah sebuah teknik yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya tarik [7]. Pengujian kekuatan tarik dapat mengetahui kekuatan mulur, perpanjangan (*elongation*) dan modulus elastisitas dari suatu material. Kekuatan mekanik material bertujuan untuk mengukur kekutan tarik (*tensile strength*) dari suatu bahan dan didaerah plastisitas atau *ductility* [8]. Pengujian tarik menghasilkan output kekuatan tarik (*ultimate strength*) maupun kekuatan luluh (*yield strength*). Keuletan bahan dari suatu material dinyatakan dalam bentuk persentase perpanjangan (*elongation*) dan reduksi penampang (*reduction of area*). Grafi *engineering stress-strain* menyatakan perbandingan tegangan (*stress*,  $\sigma$ ) dan regangan (*strain*,  $\epsilon$ ) selalu tetap, dan grafik menyatakan hubungan antara *stress* dan *strain* [9].

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Konsep penelitian yang akan dilakukan yaitu melakukan proses pengecoran logam cetakan pasir *nozzle* untuk *brake coupling*. Penelitian ini menggunakan metode pengecoran logam *jolt squeeze* yang dilakukan pad *nozzle* untuk *brake coupling* menggunakan jenis material FCD 500, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengujian kekuatan tarik (*tensile test*) dengan dua spesimen yang berbeda menggunakan standar JIS Z 2201. Adapun tahapan penelitian dalam proses pengecoran logam *jolt squeeze* pada *nozzle* untuk *brake coupling* diperlihatkan pada Gambar 2 dan tahapan proses dalam pengambilan data pengujian tarik diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Tahapan proses pengecoran logam



Gambar 3. Tahapan dalam proses pengujian kekuatan tarik (*tensile test*)

Hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) merupakan sebuah modulus elastisitas dari bahan atau material (*E*) diperlihatkan pada persamaan (1).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1)$$

Keterangan :

*E* = Modulus elastisitas (N/mm<sup>2</sup>) atau (MPa)

$\sigma$  = Tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>) atau (MPa)

$\varepsilon$  = Regangan (%)

Hasil untuk mencari nilai tegangan (*stress*) dalam pengujian kekuatan tarik (*tensile test*) dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Keterangan :

$\sigma$  = Tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>) atau (MPa)

*F* = Gaya tarik maksimum (N)

*A* = Luas penampang awal spesimen (mm<sup>2</sup>)

Hasil untuk mencari regangan (persentase penambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur ( $\Delta L$ ) dengan panjang ukuran awal spesimen diperlihatkan pada persamaan (3).

$$\text{Regangan, } \varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

$\Delta L$  = Panjang akhir setelah patah (mm)

*l*<sub>0</sub> = Panjang awal spesimen (mm)

### 3.1. Raw material pembuatan *nozzle* dan cetakan.

Bahan material dalam pembuatan *nozzle* diperlihatkan pada Tabel 1 dan bahan dalam pembuatan cetakan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Bahan pembuatan *nozzle*

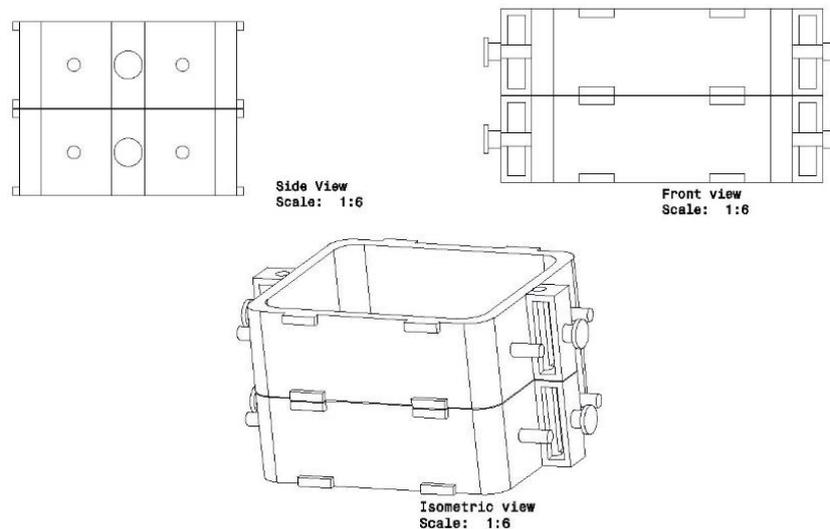
No	Bahan material
1	Baja Scrap Ex Automotif
2	<i>Return scrap</i>
3	<i>Ferro Silicon (Si 75%)</i>
4	<i>Ferro Mangan HC</i>
5	<i>Ferro Si Mg</i>
6	Tembaga Cu 90%
7	<i>Carburizer</i>
8	<i>Slag Removal</i>
9	<i>Inoculant</i>
10	<i>Solar/HSD</i>
11	Batu Slep Metabo DIA 230X
12	Batu Anting DIA 6x16x25
13	<i>Steel Shot S.460</i>

Tabel 2. Bahan pembuatan cetakan

No	Bahan material
1	Pasir Silika AFS/GFN 60-80
2	<i>Bentonite</i>
3	<i>Coal Dust (Carbonous Material)</i>
4	Gula Tetes
5	RCS ( <i>Resin Coated Sand</i> )
6	<i>Hardness Type TL</i>
7	<i>Trennmitte type T1</i>
8	<i>Resin Epoxy</i>

### 3.2. Dimensi ukuran rangka cetakan untuk pola dan inti

Proses pembuatan cetakan pasir dengan mesin *jolt squeeze* untuk membentuk *nozzle* menggunakan dimensi rangka cetak untuk *cup & drag* masing-masing sebesar (600 mm x 500 mm x 200 mm ) dengan plat model/pola berisi 16 buah *nozzle*. Dimensi ukuran pola dan inti diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain rangka cetakan

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Pembuatan pola**

Pada proses pembuatan pola untuk cetakan *nozzle* menggunakan bahan sintetik berupa resin *epoxy* dan bahan penambah berupa cairan *hardness type TL* yang berfungsi sebagai pengeras, serta cairan *trennmitte T1* yang berfungsi sebagai *coating* untuk memudahkan pemisahan. toleransi kemiringan untuk pembuatan model yaitu sebesar 3-7°, dan toleransi penyusutan untuk produk berbahan coran baja sebesar 2%, FC/FCD sebesar 1%, dan untuk bahan *non ferro* sebesar 5-7%. Pada Gambar 6 (A) tahap pembuatan negatif produk dan (B) negatif inti dilakukan dengan menggunakan master inti dan master produk yang telah produksi sebelumnya dan sesuai dengan standar diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Master inti



Gambar 6. (A) Negatif produk dan (B) negatif inti

**4.2. Pembuatan Inti (Core)**

Pembuatan inti untuk produk *nozzle* menggunakan bahan dasar pasir RCS (*resin coated sand*). RCS merupakan pasir yang memiliki pengikat berupa resin *phenol* dengan Resin Resol/Novolak. Dengan urutan proses dimana, cetakan inti dipanaskan terlebih dahulu didalam mesin *rotary furnace* ± 2-5 menit. Setelah panas bahan *resin coated sand* kemudian dimasukan kedalam cetakan dan dipanaskan kembali dengan suhu 265-270 °C selama ± 15 menit. Selanjutnya inti dipisahkan dari cetakan kemudian dipanaskan kembali hingga berwarna kecoklatan agar inti tidak mudah hancur. Hasil pembuatan inti (*core*) diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil pembuatan inti (*core*)

**4.3. Pembuatan cetakan pasir**

Pada proses pengecoran yang dilakukan untuk produk *nozzle*, jenis cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir basah (*green sand mold*) dengan metode pembentukan cetakan menggunakan mesin *jolt squeeze* serta jenis pasir yang digunakan adalah pasir silika yang telah ditambahkan bahan lainnya dengan spesifikasi komposisi yang diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi pasir muka (*facing sand*)

Bahan	(%)	kg
Pasir Silika (pasir baru) AFS/GFN 60-80	92	460
<i>Bentonite</i>	5 – 6	25 - 30
<i>Coal dust (carboneous material)</i>	2,7	13,5
Gula tetes	0,40	2
Air	3 - 3,5	15 - 17,5

Tabel 4. Spesifikasi pasir penambah (*back sand*)

Bahan	(%)	kg
Pasir back sand ( <i>re-use</i> )	99	495
Air	1	5

Proses pencampuran untuk pasir muka dilakukan dengan cara mencampurkan pasir silika, *bentonite*, *coal dust*, dan gula tetes kedalam mesin *sand mixer*, kemudian diaduk (*mixing*) dalam keadaan kering selama 10 menit tanpa air. Selanjutnya tambah air sebanyak 5 liter sebagai pelarut kemudian diaduk selama 10 menit.

#### 4.4. Peleburan logam

Proses peleburan logam untuk produk *nozzle* dilebur selama 2,5 jam untuk proses peleburan pertama dan 1 jam untuk proses peleburan kedua dengan menggunakan material FCD 500 dengan menggunakan standar JIS G 5562. Bahan-bahan yang terkandung dalam material FCD 500 yaitu terdiri dari *scrap ex automotif*, *return scrap*, *ferro silicon* (si 75%), *ferro sangan hc*, *fe-si-mg* (untuk proses *mg treatment*), *carburizer*, tembaga Cu 90%, *inoculant*, dan *slag removal*.

#### 4.5. Desleging

*Desleging* merupakan proses pembersihan cairan logam dari kotoran, proses ini dilakukan dengan menambahkan bahan berupa *slag removal* ke dalam tungku peleburan, yang mana bahan tersebut berfungsi untuk membersihkan atau mengangkat terak yang ada pada cairan logam. Besarnya pemberian bahan *slag removal* ini sebesar 3 liter dan dapat dilakukan beberapa kali dalam proses peleburan, yaitu setelah peleburan, setelah proses *Mg treatment*, dan setelah proses *inokulasi*.

#### 4.6. Mg treatment

*Mg treatment* dilakukan saat logam telah mencapai titik penuangan. Fe-Si-Mg dituangkan ke dalam *ladle* besar yang kemudian dilanjutkan dengan penuangan logam cair dari tungku induksi ke *ladle* (*tapping*), dimana suhu penuangan logam tersebut adalah sebesar 1530°C - 1550°C. Proses *Mg treatment* dilakukan selama ± 10 – 12 menit. Proses *Mg treatment* diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses *Mg treatment*

#### 4.7. Inokulasi

*Inokulasi* merupakan bagian penting pada proses pembuatan besi cor berkualitas tinggi. Secara umum proses ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah inti pembekuan sehingga dengan demikian akan meningkatkan sifat-sifat mekanik, dan mengurangi *under cooling*. Bahan inokulasi atau inokulan merupakan partikel-partikel padat ataupun unsur-unsur yang segera bersenyawa dengan O<sub>2</sub> serta membentuk partikel padat yang dibubuhkan kedalam cairan. Proses inokulasi ini dilakukan setelah cairan logam mendapatkan perlakuan *Mg treatment*.

#### 4.8. Pengecoran logam

Setelah dilakukannya proses *tapping* ke dalam ladle besar dan melalui proses *Mg treatment* serta *inokulasi*, logam cair selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan yang telah dipersiapkan menggunakan *ladle* kecil dengan suhu *pouring* 1380°C - 1320°C. Waktu yang dibutuhkan untuk proses *pouring* yaitu selama ± 10 detik. Setelah proses penuangan selesai, logam cair dibiarkan dingin dengan pendinginan menggunakan suhu ruang. Untuk pencetakann *nozzle* dibutuhkan waktu pendinginan logam cair selama ≥ 30 menit hingga kemudian cetakan dibongkar.



Gambar 9. Proses *tapping* dan *pouring*

#### 4.9. Pembongkaran

Setelah proses pendinginan dengan menggunakan media suhu ruang tercapai, hasil pengecoran kemudian memasuki proses pembongkaran, pembongkaran dilakukan dengan menggunakan mesin pembongkar, cara kerja dari mesin ini adalah cetakan yang berisikan hasil coran diletakkan diatas mesin yang kemudian mesin akan bekerja dengan cara digoyang dan digetarkan, dari hasil pembongkaran tersebut akan dihasilkan sebuah produk berupa *nozzle* yang nantinya akan memasukin proses *shot blasting*, dan pasir hasil pembongkaran akan diolah kembali sehingga dapat digunakan pada proses pengecoran selanjutnya. Proses pembongkaran diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses pembongkaran

#### 4.10. Shot blasting

*Shot blasting* merupakan proses yang dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan produk hasil cetakan dari pasir dan kotoran yang masih menempel pada produk. *Shot blasting* untuk produk *nozzle* dilakukan menggunakan *shot blasting machine* dengan serbuk pembersih berupa *steel shot S460*. *Steel shot S460* memiliki diameter bola baja berukuran  $\pm 1$  mm. Proses *Shot blasting* untuk produk *nozzle* dilakukan didalam mesin *blasting* yang mempunyai kapasitas sebesar  $\pm 100$  kg. Waktu yang dibutuhkan untuk proses *shot blasting* yaitu selama  $\pm 4$  menit.

#### 4.11. Proses fettling

*Fettling* merupakan proses yang dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan produk dari *gating system*. Proses ini dilakukan dengan menggerinda batas produk dengan *gating system* atau dengan memisahkannya menggunakan *hammer*. Setelah produk terpisah dengan *gating system*, tahapan selanjutnya adalah pemeriksaan awal (*visual*) sebagai tindakan seleksi atau sortir. Setelah produk tersortir maka produk siap untuk masuk ke tahap *finishing*. Proses *fettling* diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses fettling

#### 4.12. Quality control

Tahapan *quality control* ini dilakukan untuk mengetahui kecacatan yang terjadi pada produk hasil pengecoran. Adapun proses *quality control* yang dilakukkan yaitu berupa proses pengecekan secara visual. Proses *quality control* dilakukan untuk mendeteksi cacat coran seperti *cold shut* (beku dini), *inoculant inclusion*, *slag inclusion* (inklusi terak), dan *sand inclusion* (inklusi pasir).

#### 4.13. Finishing

*Finishing* merupakan proses lanjutan setelah produk melewati proses *fettling* dan *quality control*. Pembuangan kelebihan logam seperti sirip atau bagian yang menonjol pada bagian luar maupun didalam rongga. Penghalusan atau perataan bagian-bagian pada benda menggunakan mesin gerinda. Setelah produk yang dihasilkan sesuai, tahap selanjutnya yaitu produk akan memasuki proses permesinan yang berupa pembuatan ulir menggunakan mesin bubut dan diakhiri dengan pengecatan produk. Gambar 12 menunjukkan hasil produk dari *nozzle*.



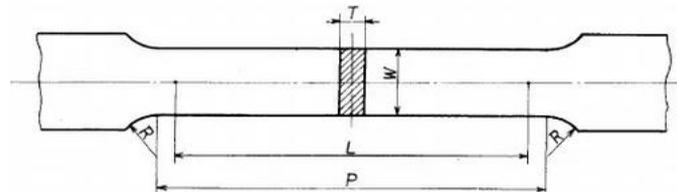
Gambar 12. Hasil produk *nozzle*

#### 4.14. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik (*tensile test*)

Hasil pengujian tarik perlu melalui beberapa tahapan untuk eksperimental yang terdiri dari urutan proses sebagai berikut:

##### 1. Pembuatan sampel uji tarik

Pembuatan sampel uji dengan Y-block dengan ukuran ketebalan  $\pm 25,4$  mm, dan tebal minimal 75 mm. Sampel uji memiliki diameter sepanjang 12,46 dan 12,79 mm dan gauge length sepanjang 50 mm. Untuk memperoleh diameter sampel uji tarik  $\pm 12,7$  mm, maka dilakukan pemotongan pada Y-block. Pada uji tarik menggunakan standar standar JIS Z 2201.



Gambar 13. Sampel uji tarik berdasarkan standar JIS Z 2201[10]

##### 2. Pengujian kekuatan tarik

Analisa uji tarik untuk material besi cor nodular ini digunakan jenis FCD 500 sebanyak dua buah sampel uji. Sampel uji ditarik dengan kecepatan 5 mm/menit dengan beban mulai dari 0 N hingga patah (*fracture*) yang terjadi pada beban gaya 64.000 N untuk sampel FCD 500-1 dan beban gaya pada sampel FCD 500-2 sebesar 70130,66 N. Besarnya gaya yang dialami sampel diidentifikasi dengan *load sensor cell*, dan besarnya pertambahan panjang sampel didata pada *extensometer*.

##### 3. Hasil uji tarik

Setelah dilakukan pengujian, dilakukan pengukuran diameter pada sampel yang telah patah untuk mengetahui perpanjangan (*elongation*) pada sampel. Sebelum pengujian, diameter sampel FCD 500-1 adalah 12,46 mm dan diameter sampel FCD 500-2 adalah 12,79 mm. Sampel FCD 500-1 kemudian diukur untuk mengetahui *elongation* sampel setelah patah yaitu dari 55,62 mm menjadi 58,17 mm, sedangkan sampel FCD 500-2 menghasilkan *elongation* dari 55,62 mm menjadi 58,50 mm. Hasil nilai tegangan yang terjadi pada sampel FCD 500-1 diselesaikan dengan persamaan (4). Dimana hasil tegangan yang dihasilkan sebesar 525 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai regangan yang dihasilkan sebesar 4,58% melalui penyelesaian dengan persamaan (5). Pada sampel FCD 500-2 menghasilkan nilai tegangan sebesar 546,189 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai regangan sebesar 5,17%. Hasil grafik perbandingan nilai tegangan (*stress*) pada sampel FCD 500-1 dan FCD 500-2 diperlihatkan pada Gambar 14.

$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{F}{A} \quad (4)$$

$$\text{Regangan, } \varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \times 100\% \quad (5)$$

##### Hasil tegangan (*stress*) pada sampel FCD 500-1

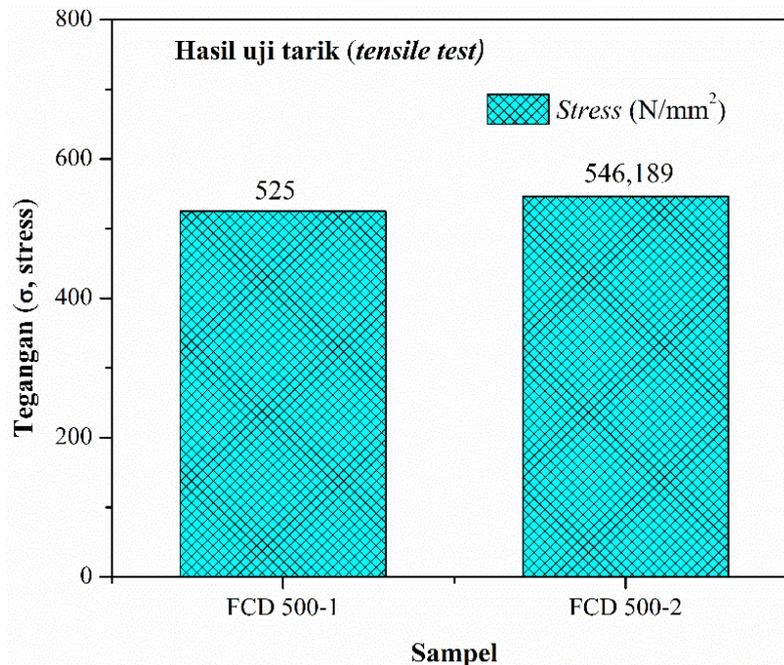
$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{F}{A} = \frac{64000 \text{ N}}{121,87 \text{ mm}^2} = 525 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Regangan, } \varepsilon = \frac{58,17 \text{ mm} - 55,62 \text{ mm}}{55,62 \text{ mm}} \times 100\% = 4,58 \%$$

##### Hasil tegangan (*stress*) pada sampel FCD 500-2

$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{F}{A} = \frac{70130,66 \text{ N}}{128,4 \text{ mm}^2} = 546,189 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Regangan, } \varepsilon = \frac{58,50 \text{ mm} - 55,62 \text{ mm}}{55,62 \text{ mm}} \times 100\% = 5,17 \%$$



Gambar 14. Grafik perbandingan nilai tegangan pada sampel FCD 500-1 dan FCD 500-2 pada uji tarik

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan, dimana proses pembuatan *nozzle* menggunakan material berjenis FCD 500 melewati beberapa tahapan proses yaitu perancangan, pembuatan model dan inti, pembuatan cetakan, peleburan dan penuangan, *fettling* dan *finishing*, serta *quality control*. Kemudian, hasil uji tarik pada sampel FCD 500-1 menghasilkan nilai tegangan (*stress*) sebesar 525 N/mm<sup>2</sup> dan regangan sebesar 4,58%, dan pada FCD 500-2 mendapatkan nilai tegangan (*stress*) sebesar 546,189 N/mm<sup>2</sup> dan regangan 5,3%. Hal ini menunjukkan bahwa dari kedua sampel yang di uji tarik, pada sampel FCD 500-2 menghasilkan nilai tegangan yang lebih tinggi yang menandakan bahwa kekuatan luluh yang lebih baik dibandingkan dengan sampel FCD 500-1.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Campbell. Casting (2<sup>nd</sup> edition). Oxford : Butterworth-Heinemann, 2003, pp. 99-100.
- [2] Tatang T, et al. "Analisa cacat coran pada produk fly wheel hasil proses pengecoran menggunakan cetakan pasir." *Metal Indonesia*, Volume 27, 2018, Pages 44-55.
- [3] Indra H.B, Zainuddin. "Rancang bangun pengecoran squeeze dengan penekanan putaran ulir." *Jurnal Austenit*, Volume 6, Oktober 2014, Pages 35-44.
- [4] Aryadita. "pengaruh perbedaan diameter saluran turun pad cetakan pasir (14 mm, 18 mm dan 22 mm) pada pembuatan produk cor sepatu rem tromol dengan bahan alumunium. <https://eprints.ums.ac.id/58785/13/Naskah%20publikasi.pdf> ,2018 [May. 05, 2024].
- [5] S. Tata, K. Chijjiwa. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Balai Pustaka, 1982.
- [6] R.M. Prata. et.al. "Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran Pada Aluminium Sand Casting Terhadap Porositas Produk Toroidal Piston." *Jurnal Teknik ITS*, Volume 1, 2012, Pages 126-130.
- [7] R. D. Salindeho. et.al. "Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material." *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, Volume 2, 2013, Pages. 1–11.
- [8] L. Alloy, S. Steel, M. Products, A. U. Tensile, and C. A. Force, "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials 1," no. C, pp. 1–27, 2010.
- [9] J. William D. Callister, Materials Science and Engineering, 7th ed. John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- [10] JIS Z 2201 : Test pieces for tensile test for metallic materials. Japan : Japanese Standards Association, 1998.