

## PERBAIKAN KUALITAS CORAN PROPELLER PADA INDUSTRI KECIL DENGAN METODE TAGUCHI

**Indra HB**

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139  
Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

### RINGKASAN

Kualitas coran propeller hasil Industri kecil sangat rendah, ini didapat dilihat dari banyaknya komplain dari pengguna produk tersebut. Keluhan yang banyak dilontarkan antara lain, mudah patahnya propeller saat terjadi benturan dengan benda-benda yang ada di sungai. Hal ini tidak dapat direspon oleh industri kecil karena keterbatasan pengetahuan dan biaya. Metode taguchi menjawab semua permasalahan tersebut dimana tujuan dari metode ini adalah perbaikan proses dan disain kualitas. Perbaikan atau peningkatan kualitas bukan berarti peningkatan biaya produksi sehingga dapat dihasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik dengan biaya yang rendah. Aplikasi metode Taguchi diterapkan pada kekuatan tarik coran propeller yang termasuk dalam karakteristik *higher is better* karena semakin tinggi kekuatan tarik coran propeller maka semakin bagus kualitasnya. Pada data kekuatan tarik coran propeller terdapat empat factor control dan dua level yaitu : penanganan bahan baku (level: tidak dibersihkan dan dibersihkan) ; bahan bakar (level: oli bekas dan gas) ; temperature tuang (level: 420°C dan 480°C) ; temperatur cetakan (level: 100°C dan 120°C). Hasil analisa perhitungan menunjukkan factor yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik coran propeller yaitu bahan bakar dengan gas dan temperatur tuang 480°C serta eksperimen konfirmasi mengalami peningkatan pada rata-rata dan variabilitasnya. Dengan demikian kombinasi optimal factor-faktor tersebut diatas dapat meningkatkan kekuatan tarik coran propeller.

**Kata Kunci :** *Kualitas, Permanent Mold Casting, Metode Taguchi*

### PENDAHULUAN

Pada umumnya dalam menjalankan usaha, kondisi industri rumah tangga, industri kecil dan menengah di Indonesiaini tengah menghadapi persaingan dari berbagai pihak. Tidak hanya dengan sesama industri yang mempunyai skala yang sama tapi juga dengan industri besar. Bahkan dengan diberlakukannya era pasar bebas saat ini dan era pasar global tahun 2020, tingkat persaingan yang mereka hadapi akan semakin berat dengan mudahnya produk-produk buatan negara asing dengan harga murah akan beredar di Indonesia.

Mengacu pada kenyataan inilah, maka sudah saatnya bagi dunia industri di Indonesia untuk berbenah diri dan mengadakan perbaikan kualitas disegala bidang secara terus menerus. Karena patut disadari bahwa kualitas merupakan kata kunci bagi kesuksesan setiap bidang industri saat ini.

Salah satu industri kecil yang ada di kotamadya Palembang, saat ini mengolah aluminium bekas menjadi propeller. Kegiatan proses produksinya dilakukan secara manual dan tradisional. Tentu produk yang dihasilkan bermutu rendah baik dari

sifat fisik dan sifat mekanik. Produk yang dihasilkan banyak terdapat cacat antara lain porositas (*porosity*), rongga penyusutan (*shrinkage cavity*), kekuatan yang rendah dan permukaan kasar serta perlu proses pengerjaan lanjut (permesinan) dan akan menimbulkan biaya produksi menjadi tinggi (mahal). Mutu dari hasil cor yang baik tidak hanya ditentukan dengan struktur mikro yang homogen namun juga dengan kekuatan dan kekerasan serta penampakan yang baik (permukaan yang halus).

### PERMASALAHAN

Produk yang dihasilkan dari industri kecil untuk membuat propeller dengan metoda *Permanent Mold Casting*, menghasilkan produk dengan mutu yang kurang baik, cacat dan permukaan coran yang kasar. Dari survey dengan konsumen menunjukkan bahwa propeller sangat getas, mudah patah jika terbentur dengan benda lain. Hal ini menunjukkan bahwa sifat mekanik (kekuatan tarik dan *Impact*) dari propeller sangat rendah. Serta didapati bahwa kapabilitas proses ( $C_p$ ) untuk karakteristik kekuatan tarik dari hasil proses pengecoran *Permanent Mold Casting* masih sangat rendah. Oleh karena itu perlu suatu pemecahan masalah dalam memperbaiki kapabilitas proses dari produk hasil *Permanent Mold Casting* yang diproduksi. Dan dari permasalahan itu didapati beberapa faktor yang sangat berpengaruh terhadap proses *Permanent Mold Casting*:

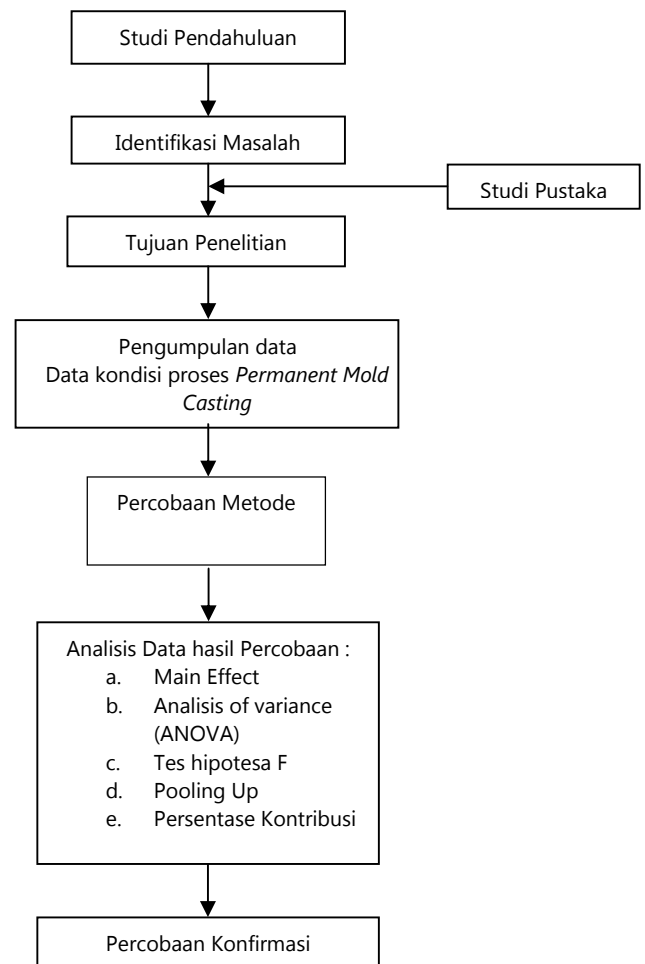
- Penanganan bahan baku (scrap)
- Bahan bakar yang digunakan
- Material cetakan
- Temperatur pemanasan cetakan
- Temperatur penuangan logam cair
- Ketinggian penuangan

Maka untuk meningkatkan kualitas dan kapabilitas proses dari hasil *Permanent Mold Casting*, diperlukan langkah-langkah perbaikan yang optimal guna meningkatkan hasil kerja yang lebih

baik sehingga dapat memenuhi keinginan konsumen secara optimal.

### METODOLOGI PENGUJIAN

Metodologi penelitian merupakan tahap-tahap penelitian yang harus ditetapkan sebelum melakukan pemecahan masalah yang sedang dibahas, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan terarah dan untuk memudahkan dalam menganalisa permasalahan yang ada. Agar mendapatkan gambaran yang jelas mengenai jalannya penelitian secara keseluruhan, yang pada akhirnya menghasilkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### Identifikasi Masalah

Permasalahan yang ada pada industri kecil dalam beberapa tahun terakhir adalah masih tingginya *customer return*

untuk masalah sifat mekanik yang rendah. Maka diperlukan kondisi optimum pada proses pengecoran agar menghasilkan propeller yang mempunyai sifat mekanik yang tinggi.

### PENGUMPULAN DATA

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah proses pengecoran pada industri kecil :

1. Peleburan bahan baku dalam dapur, dimana bahan baku (scrap) dimasukkan dalam dapur tanpa adanya proses pembersihan unsur lain (besi, asbes, tembaga dll) yang menempel pada scrap tersebut. Material scrap yang biasa digunakan biasanya terdiri dari spare part motor/mobil misalnya sepatu rem motor (ada pegas dan asbes), torak (ring dari baja) dan lain-lain. Bahan bakar yang digunakan adalah oli bekas yang dibakar dengan bantuan blower sebagai penyalur udaranya. Proses peleburan scrap biasanya selama dua jam, kemudian dilanjutkan dengan proses pengecoran produk. Pada industri ini tidak menggunakan alat ukur temperatur, semua proses hanya berdasarkan dari pengalaman.

2. Pengecoran produk, proses yang dipakai adalah *permanent mold casting* dengan menggunakan cetakan dari aluminium. Setelah semua logam cair dan terak dibuang, kemudian logam cair dituang ke dalam cetakan yang sebelumnya telah dipanaskan terlebih dahulu. Tunggu beberapa saat kemudian produk dikeluarkan.



Gambar 3. Pengecoran produk

### Percobaan Dengan Metode Taguchi

Percobaan dilakukan untuk mendapatkan kondisi optimum dengan kondisi yang ada pada industri kecil tersebut. Percobaan ini digunakan atas dasar pertimbangan biaya dan waktu yang lebih hemat dibandingkan dengan melakukan percobaan *full factorial*.

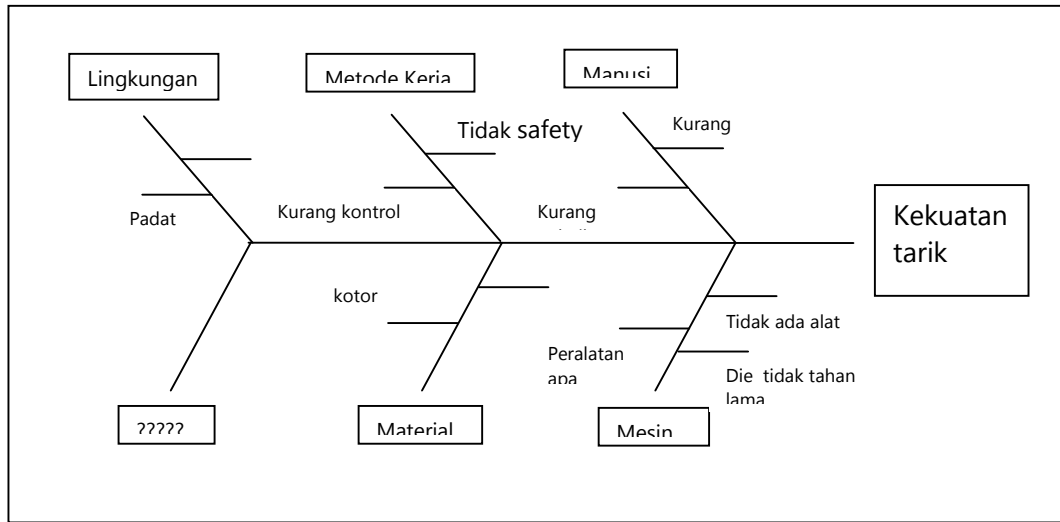
### Penentuan Variabel Tak Bebas (Karakteristik Kualitas)

Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam merencanakan suatu percobaan harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang diselidiki. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel tak bebas adalah kekuatan tarik produk *Permanent mold casting*.

Berdasarkan klasifikasi dalam karakteristik kualitas, kekuatan tarik termasuk dalam kategori ***higher is the best***, dimana karakteristik kualitas terukur dengan nilai non negative dengan nilai tak terhingga. Pencapaian nilai mendekati nilai tak hingga maka kualitas yang dihasilkan akan semakin baik.

### Identifikasi Faktor-Faktor Yang Berpengaruh (Variabel Bebas)

Variabel bebas adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Dari hasil studi literatur dan *brainstorming* dengan pihak industri kecil, diketahui bahwa faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya kapabilitas proses pada proses *permanent mold casting* adalah penanganan bahan baku, bahan bakar yang digunakan, temperatur tuang dan temperatur cetakan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar .4. Diagram sebab akibat kekuatan tarik proses *permanent mold casting*

**Perhitungan Derajat Kebebasan (Degrees of Freedom / Dof)**

Dalam percobaan taguchi ini, terdapat 4 faktor, dan masing-masing faktor memiliki 2 level. Maka derajat kebebasan untuk masing-masing faktor adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Dof (dft)} &= (n_A - 1) + (n_B - 1) + (n_C - 1) + (n_D - 1) \\ &= (2 - 1) + (2 - 1) + (2 - 1) + (2 - 1) \\ &= 4 \end{aligned}$$

Tabel 1. Faktor dan level pada percobaan taguchi

Faktor	Parameter	Level 1	Level 2
A	Penanganan Bahan Baku	Tidak Dibersihkan	Dibersihkan
B	Bahan Bakar	Oli bekas	Gas
C	Temperatur Tuang	420° C	480° C
D	Temperatur Cetakan	100° C	120° C

**Pemilihan Orthogonal Array (OA)**

Pemilihan orthogonal array dilakukan berdasarkan jumlah level faktor kontrol dan perhitungan jumlah total dof (*degrees of freedom*). Dalam perhitungan sebelumnya, setiap faktor memiliki 2 level dan jumlah dof total adalah 4, maka berdasarkan tabel II.3 pada bab dua percobaan yang dilakukan menggunakan OA  $L_8$ .

Pemilihan OA harus memenuhi persamaan :

$$\begin{aligned} f_{LN} &\geq f_{\text{yang diperlukan untuk faktor dan interaksi}} \\ \text{Jumlah Trial} - 1 &\geq \text{Jumlah total dof} \\ 8 - 1 &\geq 4 \\ 7 &\geq 4 \end{aligned}$$

Persamaan tersebut terpenuhi, karena ada 4 faktor yang terlibat dalam percobaan taguchi maka digunakan  $L_8$ . *Menentukan Jumlah Level Dan Nilai Tiap Faktor*

Jumlah level yang digunakan adalah 2 level. Nilai dari setiap level untuk setiap faktor ditentukan oleh pihak perusahaan dengan mempertimbangkan akibat dari makin tinggi atau makin rendah nilai dari setiap faktor.

**Eksperimen Konfirmasi**

Eksperimen konfirmasi dilakukan berdasarkan hasil dari eksperimen sebelumnya. Eksperimen ini bertujuan untuk membuktikan hal yang didapat sebelumnya. Pada eksperimen konfirmasi, factor dan level ditetapkan seperti factor dan level kondisi optimal. Berdasarkan pemilihan pada kedua metode diatas maka didapati factor B pada level 2 dan factor C pada level 2. Sedangkan pada factor A dan factor D dipilih berdasarkan kondisi *trial*

optimum dimana faktor B pada level 2 dan faktor C pada level 2, yaitu pada percobaan keempat. Pada percobaan keempat tersebut didapati faktor A pada level 1 dan faktor D pada level 1. Untuk konfirmasi diambil 5 sampel dengan level pada kondisi optimum.

Faktor	Parameter	Level	Setting
A	Penanganan Bahan Baku	1	Tidak Dibersihkan
B	Bahan Bakar	2	Gas
C	Temperatur Tuang	2	480° C
D	Temperatur Cetakan	1	100° C

Tabel 2. Hasil Percobaan Konfirmasi

No.Eksperimen	Hasil Eksperimen (N/mm <sup>2</sup> )
1	193,48
2	188,72
3	192,32
4	190,14
5	189,53

### Pengolahan Data Eksperimen konfirmasi

Hasil dari eksperimen konfirmasi tersebut harus berada dalam interval kepercayaan konfirmasi.

1. Interval kepercayaan rata-rata untuk eksperimen konfirmasi adalah :

$$Cl = \pm \sqrt{F_{0,05;113} \cdot MS_e \cdot \left[ \frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$F_{0,05;1:13} = 4,67 \text{ dan } MS_e = 79,76$$

$$Cl = \pm \sqrt{4,67 \cdot 79,76 \cdot \left[ \frac{1}{5,33} + \frac{1}{5} \right]} = \pm 12,01$$

$$\mu_{konfirmasi} = 1/5 \times (193,48 + 188,72 + 192,32 + 190,14 + 189,53) = 190,84$$

Jadi ;

$$\mu_{konfirmasi} - Cl \leq \mu_{konfirmasi} \leq \mu_{konfirmasi} + Cl$$

$$190,84 - 12,01 \leq 190,84 \leq 190,84 + 12,01$$

$$178,83 \leq 190,84 \leq 202,85$$

2. Interval kepercayaan rasio S/N eksperimen konfirmasi adalah :

$$Cl = \pm \sqrt{F_{0,05;14} \cdot MS_e \cdot \left[ \frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$F_{0,05;1:4} = 7,71 \text{ dan } MS_e = 0,48$$

$$Cl = \pm \sqrt{7,71 \cdot 0,48 \cdot \left[ \frac{1}{5,33} + \frac{1}{5} \right]} = \pm 1,198$$

$$S/N = -10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r Y_i^2 \right] = 45,612$$

Jadi;

$$\mu_{konfirmasi} - Cl \leq \mu_{konfirmasi} \leq \mu_{konfirmasi} + Cl$$

$$45,612 - 1,198 \leq 45,612 \leq 45,612 + 1,198$$

$$44,414 \leq 45,612 \leq 46,81$$

Berdasarkan hasil yang didapat pada analisis sebelumnya maka kombinasi faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata dan variasi kekuatan tarik coran propeller adalah sama, yaitu bahan bakar gas (faktor B level 2) dan temperatur tuang 480°C (faktor C level 2).

### KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai kualitas kekuatan tarik coran propeller dengan proses *Permanent Mold Casting* pada industri kecil dengan metode Taguchi, dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini :

1. Berdasarkan analisis metode Taguchi didapatkan faktor-faktor yang berpengaruh secara nyata terhadap rata-rata maupun variasi kekuatan tarik, yaitu :

a. Bahan bakar gas (faktor B level 2)

- b. Temperatur tuang 480°C (faktor C level 2)
2. Dari faktor-faktor yang telah diketahui pengaruhnya, maka didapat kondisi optimum berdasarkan kombinasi dan level yang berbeda. Faktor-faktor berpengaruh tersebut diset pada kondisi kombinasi dan level optimum yang diharapkan dapat menurunkan variasi. Kondisi optimum tersebut adalah :

Faktor	Parameter	Level	Setting
A	Penanganan Bahan Baku	1	Tidak Dibersihkan
B	Bahan Bakar	2	Gas
C	Temperatur Tuang	2	480° C
D	Temperatur Cetakan	1	100° C

3. Dari hasil perhitungan interval kepercayaan pada tingkat 95% untuk eksperimen Taguchi kemudian dibandingkan dengan interval kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi didapat bahwa rata-rata eksperimen konfirmasi berada pada interval kepercayaan eksperimen Taguchi. Interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Respon(kekuatan tarik)		Prediksi	Optimasi
Eksperimen Taguchi	Rata-rata ( $\mu$ )	186,44	186,44 $\pm$ 8,19
	Variabilitas (S/N)	44,719	44,719 $\pm$ 1,924
Eksperimen Konfirmasi	Rata-rata ( $\mu$ )	190,84	190,84 $\pm$ 12,01
	Variabilitas (S/N)	45,612	45,612 $\pm$ 1,198

Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan kekuatan tarik coran propeller pada tabel diatas yaitu eksperimen Taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami peningkatan pada rata-rata dan variabilitasnya. Dengan demikian kombinasi optimal factor-faktor tersebut diatas dapat meningkatkan kekuatan tarik coran propeller.

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell.J,  *Casting*, Butterword, Oxford, 2000.
- Surdia.T.,Chijiwa.K.,  *Teknik Pengecoran Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta 1996
- DeGarmo EP.,Black JT.,Kohse R.,*Materials and Processes in Manufacturing.*,Macmillan Publishing Co, Newyork,1984
- Bagchi, Tapan P. ,  *Taguchi Method Explained : Practical Step to Robust Design*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Belavendram, Nicolo, 1995,  *Quality By Design : Taguchi Technique for Industrial Experimentation*, United Kingdom Prentice Hall.
- Feigenbaum, A.V. , 1986,  *Total Quality Control 3<sup>rd</sup> Edition*, McGraw Hill International Editions, New York.
- Gaspersz, Vincent, 2003,  *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ross, Phillip J., 1996,  *Taguchi Techniques for Quality Engineering : Loss Function, Ortogonal Eksperimen, Parameter and Tolerance Design*, McGraw Hill International Editions, New York.
- Sutalaksana, Iftikar Z., dkk, 1979,  *Teknik Tata Cara Kerja*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.