

## MODIFIKASI PIERCING TOOL PADA MESIN PUNCHING BUMPER DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISA TAGUCHI

Fadwah Maghfurah<sup>1</sup>  
[fmaghfurah@yahoo.com](mailto:fmaghfurah@yahoo.com)

Jurusan Teknik Mesin  
 Universitas Muhammadiyah Jakarta

Hariswanto<sup>2</sup>  
[Hariswanto@yahoo.com](mailto:Hariswanto@yahoo.com)

Jurusan Teknik Mesin  
 Universitas Muhammadiyah Jakarta

### ABSTRAK

Pada Produksi bumper depan mobil *xenia/avanza* dimana menggunakan mesin *punching* dengan *power* utamanya menggunakan tenaga *pneumatic* dan *hydraulic*, maka mesin *punching* tersebut digunakan untuk membuat lubang *grille* pada bumper no. 52119-BZ040 yang terbuat dari plastik (*poly ethylene*) dengan ketebalan 3 mm. Bumper no. 52119-BZ040 dilubangi oleh *piercing tool* yang ada pada mesin *punching* sehingga terbentuk *pierce hole* (lubang *piercing*) atau lubang *grille* yang diinginkan. Bumper yang sudah ada *pierce hole* nya ini dinamakan bumper no. 52119-BZ080. Saat ini produktivitas pembuatan bumper no. 52119-BZ080 tidak berjalan mulus. Hal ini disebabkan oleh rancangan (*design*) dari *piercing tool* yang digunakan kurang tepat, khususnya rancangan komponen-komponen yang berperan pada pemotongan lubang seperti *dies* dan *bottom plate* masih kurang akurat sehingga menyebabkan beberapa cacat produk. Oleh karena itu, peneliti menggunakan analisa *taguchi* dan perhitungan *anova* untuk mencari penyebab terbesar dari cacat produk tersebut. Setelah ditemukan tiga penyebab terbesar tahap selanjutnya adalah memodifikasi komponen-komponen *piercing tool* sehingga sesuai dengan kaidah *press tool design* serta dapat meningkatkan produktivitas pembuatan bumper dengan menghilangkan cacat.

**Kata kunci :** bumper, *piercing tool*, *dies*, *bottom plate*, *taguchi*, dan *anova*.

### I. Pendahuluan

Salah satu jenis suku cadang yang harus disediakan adalah bumper no. 52119-BZ080 untuk mobil jenis *xenia/avanza*. Bumper 52119-BZ080 berasal dari bumper 52119-BZ040 yang dilubangi menggunakan mesin *punching*.

Pada umumnya seluruh komponen mesin *punching bumper* berfungsi dengan baik, namun beberapa komponen yang apabila dilihat dari literature tidak sesuai dengan kaidah *tool design* yaitu komponen-komponen pemotongan (*piercing tool*). Ketidaksesuaian tersebut mengakibatkan beberapa *reject* atau cacat produk sehingga produktivitas *punching bumper* rendah. Berdasarkan hal tersebut maka penulis bermaksud membuat rancangan modifikasi *piercing tool* dimana sebelumnya dilakukan analisa dengan metode *taguchi*. Setelah mendapatkan hasil analisa dengan menggunakan analisa Anova lalu dibuatlah modifikasi komponen-komponen *piercing tool* tersebut.

### II. Metode Penelitian

1. Definiskan jumlah faktor dan levelnya  
 Misalnya suatu eksperimen mempunyai 5 faktor kontrol yaitu faktor A, B, C, D dan E serta masing-masing faktor mempunyai 2 level. Atau suatu eksperimen mempunyai 4 faktor kontrol yaitu faktor A, B, C dan D serta masing-masing faktor mempunyai 3 level.

2. Tentukan nilai derajat kebebasan  
 Adalah sebuah konsep yang mendiskripsikan seberapa besar eksperimen yg harus dilakukan serta informasi yang didapat, bentuk umumnya sebagai berikut :

$$V_{OA} = (\text{banyaknya eksperimen} - 1)$$

$$V_{fl} = (\text{banyaknya level} - 1)$$

$$\text{Total } V_{fl} = (\text{banyaknya faktor}) \cdot (V_{fl})$$

Dengan :

VoA = Derajat kebebasan matrik ortogonal Array

Vfl = Derajat kebebasan faktor dan level

Total Vfl = Total derajat kebebasan

Matriks Ortogonal							
Eksperimen	KOLOM/FAKTOR						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

3. Memilih matriks ortogonal  
Bentuk umum model matriks ortogonal adalah :

$$La(b^c)$$

Dengan :

Matriks ortogonal 2 level					
$L_4(2^3)$	$L_8(2^7)$	$L_{12}(2^{11})$	$L_{16}(2^{15})$	$L_{32}(2^{31})$	$L_{64}(2^{63})$

L = rancangan bujursangkar latin  
a = banyaknya baris/eksperimen  
b = banyak level  
c = banyak kolom/faktor

Untuk analisis disini matriks ortogonal standard dengan 2 level yang akan digunakan, mempunyai beberapa pilihan matriks ortogonal seperti pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.1** Matriks ortogonal standard dengan 2 level

**Tabel 2.2** Matriks eksperimen ortogonal

#### 4. Ortogonalitas

Matriks ortogonal sangat efisien dalam memperoleh jumlah data yang relatif kecil dan mampu menterjemahkan ke kesimpulan yang berarti dan jelas. Ortogonal itu sendiri artinya keseimbangan dan tidak bercampur atau bebas statis. Kita akan mencatat bahwa tiap level mempunyai nilai yang sama dalam hal kejadian pada tiap kolom. Pada tabel di

### III. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan Anova maka dapat disimpulkan bahwa penyebab reject terbesar adalah :

1. Diameter lubang pembuangan *scrap* pada *bottom plate* lebih kecil dari panjang

bawah akan dilihat contoh matriks ortogonal  $L_8(2^7)$ .

**Tabel 2.3** Tabel matriks Ortogonalitas

Matriks Ortogonal $L_8(2^7)$								Hasil
Eksp. no	A	B	C	D	E	F	G	
1	1	1	1	1	1	1	1	$\gamma_1$
2	1	1	1	2	2	2	2	$\gamma_2$
3	1	2	2	1	1	2	2	$\gamma_3$
4	1	2	2	2	2	1	1	$\gamma_4$
5	2	1	2	1	2	1	2	$\gamma_5$
6	2	1	2	2	1	2	1	$\gamma_6$
7	2	2	1	1	2	2	1	$\gamma_7$
8	2	2	1	2	1	1	2	$\gamma_8$

Setelah didapat tabel ortogonal maka akan ditentukan berapa banyak sampel yang akan di eksperimen. Dari hasil eksperimen itu akan terlihat persentase produk yang tidak memenuhi syarat, maka karakteristik kualitasnya adalah jenis *smaller-the-better (stb)*.

Dari perhitungan persentase cacat tersebut akan didapat tabel respon, dimana kondisi optimal dapat dipilih dengan memilih semua level faktor yang mempunyai persentase cacat rendah karena persentase cacat adalah karakteristik kualitas semakin kecil, semakin baik *smaller-the-better (stb)*.

Langkah selanjutnya ditaksir rata-rata proses  $\mu_{prediksi}$  di bawah kondisi optimal. Ini dilakukan dengan menjumlahkan semua pengaruh yang mempunyai peringkat tinggi. Pengaruh faktor-faktor yang signifikan kira-kira di atas rata-rata eksperimen.

$$\begin{aligned} \mu_{prediksi} &= \gamma + (A1 - \gamma) + (F1 - \gamma) + (G2 - \gamma) \\ &= A1 + F1 + G2 - (2 \times \gamma) \end{aligned}$$

Jika taksiran rata-rata mempunyai nilai negatif maka pada tahap awal ini, nilai tersebut dianggap mendekati 0% cacat.

*scrap* dan diameter lubang pembuangan *scrap* pada *dies*,

2. Tidak ada pelindung yang berbahan lunak pada pencekam benda kerja, dan

3. Ikatan *dies* dengan *bottom plate* hanya menggunakan baut inbus, sehingga tidak

ada penahan gaya geser.

Tabel 3.1 Analisis varians rasio S/N punching bumper

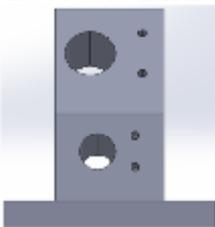
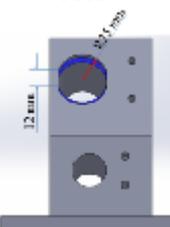
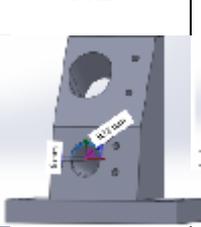
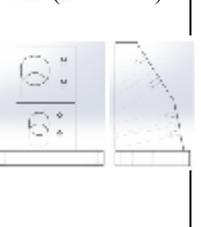
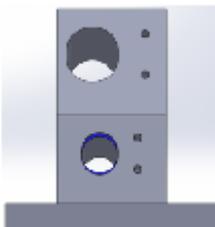
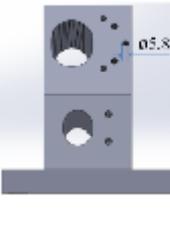
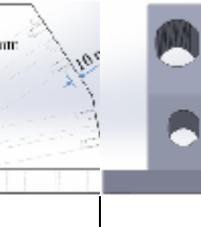
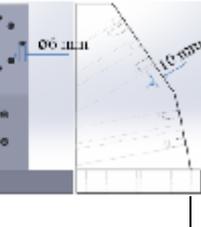
Sumber	V	SS	MS
A	1	0	0
B	1	0	0
C	1	0,25	0,25
D	1	0	0
E	1	0,25	0,25
F	1	0,25	0,25
G	1	0	0
ERROR	0	0	0
TOTAL	7	0,75	0,75

**Proses Modifikasi**

Dari permasalahan atau faktor penyebab *reject* yang ada, pada sub bab ini akan penulis jelaskan mengenai proses modifikasi beberapa part piercing tool

mesin punching bumper seperti *bottom plate*, pencekam benda kerja, dan penambahan pena. Untuk lebih detail modifikasi dapat dilihat pada **tabel 3.2** di bawah ini.

Tabel 3.2 Modifikasi *piercing tool* mesin *punching bumper*

1.	Memperbesar lubang pembuangan <i>scrap</i>	<p><i>BOTTOM PLATE</i></p>  <p>Material : ST-37 VC Frais: 20–25</p>	<p>FR1</p> 	<p>FR2</p> 	<p>KB (<i>Debured</i>)</p> 
2.	Membuat lubang pena	<p><i>BOTTOM PLATE</i></p>  <p>Material : ST-37 VC Bor: 8–12</p>	<p>BO1 + <i>Chamfer</i></p> 	<p>RM1</p> 	

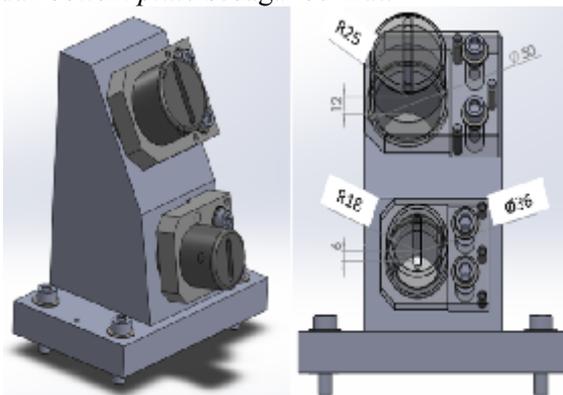
NO	MODIFIKASI	NAMA BAGIAN	TAHAPAN PROSES
3.	Menambahkan pelindung benda kerja pada pencekam	<i>PENCEKAM BK</i>  Material : ST-37	KB + Lem 

Dari modifikasi di atas maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Pada proses no. 1 **tabel 3.2**, yang dilakukan adalah memperbesar *offset* dan *radius* lubang pembuangan *scrap* pada *bottom plate*. Cara pengerjaannya adalah dengan menggunakan mesin *frais* (FR) kemudian melakukan pemotongan dengan *end mill* dua bibir yang berbahan HSS. Setelah proses *frais* selesai dilanjutkan dengan kerja bangku (KB) untuk menghilangkan sisi-sisi yang tajam (*debured*). Sedangkan pada modifikasi no. 2 yang dilakukan adalah membuat lubang pena pada *bottom plate* dengan menggunakan mesin bor (BO) dan alat potong berupa mata bor  $\varnothing 5,8$  mm kemudian dilanjutkan dengan *chamfer* dan *finishing* dengan *reamer*  $\varnothing 6$  mm H7. Yang terakhir pada modifikasi no. 3 hal yang dilakukan adalah menambahkan karet karpet pada pencekam benda kerja (BK)

dimana fungsinya untuk melindungi benda kerja sehingga tidak tergores.

Dari proses modifikasi di atas maka didapatkan gambar *assembling* antara *dies* dan *bottom plate* sebagai berikut.



**Gambar 3.3** *Assembly dies & bottom plate* setelah modifikasi

**Tabel 3.3** Langkah *press* dan kondisi *dies*

P ro s e s P r e s s	Dies											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	x	x	x	x	O	x	x	x	x	x	x	x
2	Δ	Δ	Δ	x	x	Δ	x	Δ	Δ	x	Δ	Δ
3	Δ	Δ	Δ	Δ	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
4	Δ	Δ	Δ	Δ	x	Δ	Δ	x	Δ	Δ	x	Δ
5	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	x	Δ
6	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

Keterangan:

- O = Dies tanpa *scrap*
- Δ = Scrap turun 1 atau 2 pcs
- x = Dies tersumbat *scrap*

Apabila kita bandingkan **tabel 3.1** dengan **tabel 3.3** di atas maka dapat dilihat empat buah *dies* yang kondisi sebelumnya tersumbat yaitu *dies* 1, 2, 11, dan 12 setelah dimodifikasi sudah tidak tersumbat lagi dan tidak ada lagi *scrap* yang menyangkut pada lubang pembuangan *scrap bottom plate*. Selain itu tidak ada lagi proses membersihkan *scrap* sehingga produktivitas *punching bumper* meningkat. Hal ini ditandai dengan waktu pengepresan yang sebelumnya membutuhkan waktu 180 menit per 12 pcs, saat ini lebih cepat menjadi 36 menit per 12 pcs.

Selain waktu pengepresan yang semakin cepat, peningkatan produktivitas juga ditandai dengan tidak adanya reject. Perhatikan tabel di bawah ini.

**Tabel 3.4** Jumlah *reject punching bumper BZ080* setelah modifikasi

**Hasil Penelitian**

Faktor Penyebab	Jumlah yang diproses [pcs]	Jumlah reject/NG [pcs]	Jenis NG
Dimensi pembuangan scrap	12	-	Burr tidak standard (standar = 1/3 tebal material)
Lapisan pelindung BK		-	Tergores / scratch
Penahan gaya geser		-	-

#### IV. Kesimpulan

- Proses *punching bumper* mempunyai beberapa komponen yang harus dimodifikasi dikarenakan menghambat produktivitas dengan adanya *reject* seperti *burr* tidak standard, *scratch*, dan posisi *dies* bergeser.
- Dengan menggunakan metode *taguchi* dan analisa *anova* pada akhirnya ditemukan tiga masalah utama yang harus diperbaiki dengan cara memodifikasi dua komponen *piercing tool* yaitu *bottom plate* dan pencekam benda kerja.
- Adapun bahan dari *bottom plate* dan pencekam benda kerja tersebut terbuat dari baja ST37 yang dimodifikasi menggunakan mesin frais dan bor juga sebagian proses kerja bangku.

- Setelah dimodifikasi didapatkan hasil yang memuaskan dimana tidak ada lagi *reject* dan proses *punching* lebih cepat, dari 180 menit per 12 pcs menjadi 36 menit per 12 pcs *bumper* yang diproses.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto. 2002. *PPL-2, Press Tool 1 (Proses Pemotongan)*. Politeknik Manufaktur Bandung : Bandung.
- Luchsinger, H. R. 1984. *Tool Design 2*. Polyteknik Mekanik Swiss – ITB : Bandung.
- Maghfurah, Fadwah ST. MM. MT. 2011. *Modifikasi Flexible Intermediate Bulk Container Bag Kapasitas 2,5 ton Dengan Menggunakan Analisa Metode Taguchi*. Universitas Pancasila : Jakarta.
- Nee, John G. Dr. Cmfg. 1998. *Fundamentals of Tool Design*. Society of Manufacturing Engineers : United States of America.
- Rochim, Taufiq. 1993. *Teori & Teknologi Proses Permesinan*. Higher Education Development Support Project, Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Team Tugas Akhir. 2013. *Pedoman Penyusunan Proposal Penelitian Tugas Akhir*. Universitas Muhammadiyah Jakarta : Jakarta.
- Yasin Erlangga, Yuliar. 2002. *Elemen Mesin 1*. Politeknik Manufaktur Bandung : Bandung.