

Analisis Parameter *Sandblasting* terhadap Kekasaran Permukaan pada Material Baja A36 Menggunakan Metode Taguchi

Isna Aulia Kharisma^{1*}, Farizi Rachman¹, Bayu Wiro Karuniawan¹

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik
Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

Email : isna.aulia@student.ppnas.ac.id^{1*}

Abstrak

Sandblasting merupakan suatu proses pembersihan permukaan dengan cara menembakkan partikel berupa pasir pada permukaan material sehingga menyebabkan material tersebut menjadi bersih dan kasar. Pada perusahaan industri manufaktur yang terdapat proses fabrikasi struktur tentunya akan melalui proses *sandblasting* untuk menentukan layak atau tidaknya kualitas produk yang dihasilkan. Dimana untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik maka nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan harus tinggi. Parameter *sandblasting* yang digunakan yaitu tekanan penyemprotan, waktu penyemprotan, dan ukuran material abrasif pada pengerjaan material baja A36 yang merupakan salah satu bahan pembuatan fabrikasi struktur. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi yaitu salah satu metode desain eksperimen yang dapat digunakan dalam mengendalikan kualitas suatu produk. Dengan metode ini akan dicari parameter optimum dengan kriteria *larger is better*. Dari hasil eksperimen, didapatkan parameter yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan yaitu tekanan penyemprotan dan ukuran material abrasif dengan persentase kontribusi masing-masing sebesar 66.81% dan 27.60%, sedangkan parameter waktu penyemprotan tidak memberikan pengaruh terhadap kekasaran permukaan namun memberikan kontribusi sebesar 3.30%.

Kata kunci: *Sandblasting*, Kekasaran Permukaan, Taguchi

Abstract

Sandblasting is a surface cleaning process by shooting particles in the form of sand on the surface of the material, causing the material to become clean and rough. In industrial manufacturing companies where there is a structural fabrication process, of course, it will go through a sandblasting process to determine whether or not the quality of the products produced is feasible. Where to produce products with good quality, the resulting surface roughness value must be high. The sandblasting parameters used are spraying pressure, spraying time, and abrasive material size in working with A36 steel material which is one of the materials for making structural fabrication. This research uses the Taguchi method, which is one of the experimental design methods that can be used in controlling the quality of a product. With this method, the optimum parameters will be sought with the larger is better criterion. From the experimental results, it was found that the parameters that affect surface roughness are spraying pressure and abrasive material size with a percentage contribution of 66.81% and 27.60%, respectively, while the spraying time parameter did not affect surface roughness but contributed 3.30%.

Keywords: *Sandblasting*, Surface Roughness, Taguchi

Nomenclature

TP	tekanan penyemprotan
WP	waktu penyemprotan
UMA	ukuran material abrasif
μm	satuan kekasaran permukaan

1. Pendahuluan

Industri manufaktur di Indonesia terus mengalami perkembangan setiap tahunnya, hal ini dipengaruhi oleh produktivitas dan kualitas produksi sehingga dapat bersaing di pasar global. Perusahaan yang bergerak di bidang industri tentunya akan melalui beberapa tahapan proses produksi, dimana proses produksi ini harus

menghasilkan kualitas yang maksimal. Seperti dalam proses fabrikasi *structure*, beberapa proses yang harus dilalui salah satunya yaitu proses *finishing*. Proses *finishing* yang dilakukan yaitu *sandblasting*, dimana pada proses ini akan menentukan layak atau tidaknya kualitas dari produk tersebut.

Dari proses pembersihan permukaan yang dilakukan dengan metode *sandblasting*, selain untuk membersihkan permukaan material, juga untuk mendapatkan kekasaran sesuai dengan tingkatan yang diinginkan. Kekasaran permukaan diukur menggunakan sistem penglihatan buatan, dimana diamati pada Ra dan Rz (Bhushan, 2022).

Sandblasting merupakan proses pembersihan permukaan dengan cara menembakkan partikel (pasir) pada permukaan material sehingga akan menimbulkan gesekan atau tumbukan. Setelah dilakukannya *sandblasting* maka permukaan material tersebut akan menjadi bersih dan kasar. Faktor-faktor yang dapat menentukan hasil *sandblasting* diantaranya yaitu faktor manusia, ukuran material abrasif, sudut penyemprotan, tekanan penyemprotan, material abrasif, jarak penyemprotan, dan waktu penyemprotan. Untuk itu diperlukan *setting* parameter *sandblasting* dengan tepat agar mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang optimal. Dengan demikian, hasil dari proses *sandblasting* ini akan menentukan nilai dari kekasaran permukaan.

Menurut (Soejanto, 2009) metode Taguchi merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Untuk mencapai hal itu, metode taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses “tidak sensitif” terhadap berbagai parameter seperti material, perlengkapan manufaktur, dan kondisi operasional (Rachman dkk, 2019). Metode Taguchi juga dapat disebut sebagai metode untuk mengoptimalkan proses eksperimen dalam bidang teknik. Pendekatan dengan menggunakan metode Taguchi telah diterapkan di beberapa industri dan telah meningkatkan kualitas (Rachman dkk, 2021).

Studi eksperimen pengaruh tekanan dan waktu sandblasting terhadap kekasaran permukaan, biaya, dan kebersihan pada pelat baja karbon rendah di PT. Swadaya Graha telah dilakukan oleh (Pradana & Kromodiharjo, 2016) dengan hasil total poin dari kombinasi perlakuan tekanan dan waktu yang menghasilkan kualitas permukaan terbaik adalah perlakuan tekanan 6 bar dengan waktu 10 detik yang memiliki total poin 2,8 dimana nilai kekasarannya memiliki kualitas sangat baik, biayanya sangat baik, dan kebersihannya baik.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, penulis memiliki gagasan untuk melakukan penelitian mengenai hasil *sandblasting* dengan judul “**Analisis Parameter Tekanan Penyemprotan, Waktu Penyemprotan, dan Ukuran Material Abrasif terhadap Kekasaran Permukaan dan Kerekatan Cat pada Material Baja A36 Menggunakan Metode Taguchi-Grey Relational Analysis**”. Percobaan yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan mengkombinasikan parameter proses yang terdiri atas tekanan penyemprotan, waktu penyemprotan, dan ukuran material abrasif. Untuk respon yang diteliti adalah kekasaran permukaan pada substrat, dengan material yang digunakan yaitu baja A36. Analisis hasil percobaan yang akan dilakukan dalam penelitian ini untuk mendapatkan kombinasi parameter yang optimal yaitu dengan menggunakan Metode Taguchi.

2. Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Taguchi.

a. Metode Taguchi

Metode Taguchi menggunakan seperangkat *matriks* khusus yang disebut dengan *matriks orthogonal*. *Matriks Orthogonal* merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Terdapat bagian terpenting dari metode ini yaitu terletak pada pemilihan kombinasi level variabel-variabel *input* untuk tiap eksperimen (Soejanto, 2009).

b. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian didapatkan dari identifikasi permasalahan yang ada, dimana variabel ini berpengaruh terhadap hasil percobaan. Dari identifikasi permasalahan yang dilakukan, didapatkan variabel yang digunakan dalam penelitian proses *sandblasting* pada material baja A36 yaitu sebagai berikut:

1. Variabel Respon

Variabel respon adalah variabel yang diamati dalam penelitian dan nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan. Hasilnya dari variabel respon dapat diketahui setelah dilakukan percobaan. Variabel respon yang diamati pada penelitian ini, yaitu kekasaran permukaan dalam satuan μm yang memiliki karakteristik *larger is better*.

2. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya dapat dikendalikan dan ditentukan oleh peneliti berdasarkan tujuan dan pertimbangan- pertimbangan lainnya. Variabel bebas yang diamati pada penelitian ini, yaitu sebagai

berikut:

- Tekanan penyemprotan dengan variasi 5 bar, 6 bar, dan 7 bar.
- Waktu penyemprotan dengan variasi 30 *second*, 45 *second*, dan 60 *second*.
- Ukuran material abrasif dengan variasi 15, 25, dan 35.

c. Penentuan Matriks Orthogonal

Pada penelitian ini, masing-masing variabel bebas menggunakan tiga level dimana percobaan dilakukan sebanyak tiga kali replikasi. Matriks ortogonal yang sesuai dengan rancangan percobaan yaitu $L_9(3^4)$.

Tabel 1. Parameter Proses Eksperimen

Simbol	Variabel Bebas	Satuan	Level 1	Level 2	Level 3
A	Tekanan Penyemprotan	bar	5	6	7
B	Waktu Penyemprotan	<i>second</i>	30	45	60
C	Ukuran Material Abrasif	-	15	25	35

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini antara lain:

- Membuat spesimen uji sesuai dengan rencana percobaan yaitu menggunakan material baja A36 yang dipotong dengan dimensi 100mm x 100mm x 5mm sebanyak 9 kali dengan 3 kali replikasi, sehingga total spesimen uji yang diperlukan yaitu sebanyak 27 buah.
- Melakukan persiapan spesimen uji yaitu dengan menempatkan spesimen uji pada tempat yang datar, selanjutnya membersihkan permukaan spesimen uji dengan metode *sandblasting* menggunakan *blasting nozzle* dari brand CLEMCO dengan tipe CTSD-X- 6/5 dan material *abrasive* pasir vulkanik dengan memperhatikan tekanan penyemprotan, waktu penyemprotan, dan ukuran material abrasif sesuai dengan tabel rancangan percobaan.
- Material dibersihkan dari debu sisa proses *blasting* sebersih mungkin hingga *dust level 1*.

Pengambilan Data Eksperimen dilakukan dengan melakukan *setting* tekanan penyemprotan, waktu penyemprotan, dan ukuran material abrasif pada proses *sandblasting* yang sesuai dengan tabel rancangan percobaan yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah dilakukan eksperimen, produk hasil eksperimen akan dicek kekasaran permukaannya menggunakan alat *surface roughness tester* untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dalam satuan μm . Pengambilan data nilai kekasaran permukaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap spesimen uji yang berjumlah 27 buah secara horizontal dengan arah sejajar dengan benda kerja. Nilai kekasaran yang digunakan yaitu nilai kekasaran aritmatik atau rata-rata (Ra). Pada saat pengujian, posisi *detector drive unit* sejajar dengan permukaan yang akan diukur. Dimana pengujian nilai kekasaran permukaan diambil 3 titik pada setiap spesimen yaitu pada sisi tengah, sisi atas, dan sisi bawah dengan arah gerakan *detector drive unit* secara horizontal sejauh 10 mm sesuai panjang spesimen secara konstan.

Pengolahan Data

Data hasil eksperimen yang telah dikumpulkan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data serta analisis data. Analisis data menggunakan metode Taguchi untuk mengetahui kontribusi parameter (variabel proses) seperti tekanan penyemprotan, waktu penyemprotan, dan ukuran material abrasif berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan. Dimana parameter tersebut diduga mempengaruhi variabel respon seperti kekasaran permukaan, sehingga dapat diketahui kombinasi dari nilai level dari parameter tersebut untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang maksimal.

3. Hasil dan Diskusi

Pelaksanaan eksperimen ini dilakukan di Workshop Fabrikasi PT Semen Indonesia Logistik. Eksperimen dilakukan dengan mengkombinasikan variabel-variabel proses pada *sandblasting* seperti tekanan penyemprotan, waktu penyemprotan, dan ukuran material abrasif yang dalam penelitian ini diduga berpengaruh terhadap variabel respon yang diteliti. Di mana variabel respon yang diteliti dalam penelitian ini yaitu kekasaran permukaan. Data hasil eksperimen didapat sesuai dengan *design of experiment* Taguchi $L_9(3^4)$ dengan 3 kali replikasi.

3.1 Pengambilan Data

Data nilai kekasaran permukaan didapatkan dengan melakukan uji *surface roughness* dengan menggunakan alat ukur *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ 310 yang berada di Laboratorium CNC Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Pengambilan data nilai kekasaran permukaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap spesimen

uji yang berjumlah 27 buah secara horizontal dengan arah sejajar dengan benda kerja. Nilai kekasaran yang digunakan yaitu nilai kekasaran aritmatik atau rata-rata (Ra). Pada saat pengujian, posisi *detector drive unit* sejajar dengan permukaan yang akan diukur. *Detector drive unit* akan bergerak secara konstan sejauh panjang sampel secara horizontal yaitu sejauh 10 mm. Setelah proses pengujian selesai, maka akan didapatkan hasil nilai kekasaran permukaan dalam satuan μm . Data nilai kekasaran permukaan ditransformasikan menjadi data rasio S/N dengan karakteristik *Larger is Better*, berikut persamaan yang digunakan.

$$S/N \text{ ratio} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (1)$$

Dimana:

n = jumlah pengulangan

Data yang digunakan untuk perhitungan rasio S/N kekasaran permukaan yaitu data kekasaran permukaan yang didapatkan setelah melakukan proses eksperimen. Berikut hasil perhitungan dengan menggunakan karakteristik *Larger is Better*:

a. Spesimen 1

$$SS/N_1 = -10 \log [3 \times 0.068]$$

$$S/N_1 = 16.426$$

$$/N_1 = -10 \log [n \sum_{i=1}^n 1/2]$$

$$S/N_1 = -10 \log [3 \times 0.068]$$

$$S/N_1 = 16.426$$

b. Spesimen 2

$$S/N_2 = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

$$S/N_2 = -10 \log \left[\frac{1}{3} \left(\frac{1}{6.240^2} + \frac{1}{5.817^2} + \frac{1}{5.836^2} \right) \right]$$

$$S/N_2 = -10 \log [3 \times 0.085]$$

$$S/N_2 = 15.498$$

c. Spesimen 3

$$S/N_3 = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

$$S/N_3 = -10 \log \left[\frac{1}{3} \left(\frac{1}{6.590^2} + \frac{1}{5.905^2} + \frac{1}{6.096^2} \right) \right]$$

$$S/N_3 = -10 \log [3 \times 0.071]$$

Hasil perhitungan rasio S/N setiap respon pada masing- masing kombinasi level dan faktor ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rasio S/N

Spesimen	Rasio S/N
1	16.426
2	15.498
3	15.816
4	17.231
5	16.678
6	18.023
7	16.838
8	18.319
9	17.707

3.2 Pengolahan Data

Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan hasil perhitungan ANOVA sebagai berikut:

Tabel 3. ANOVA Rasio S/N

Source	DF	SS	Contribution	MS	Fhitung
Tekanan Penyemprotan	2	4.965	66.81%	2.483	29.265

Waktu Penyemprotan	2	0.246	3.30%	0.123	1.447
Ukuran Material Abrasif	2	2.051	27.60%	1.025	12.088
Error	2	0.170	2.28%	0.085	-
Total	8	7.432	100%	-	-

Berdasarkan Tabel 3, nilai F_{hitung} ini akan digunakan untuk pengujian hipotesis dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} pada masing-masing faktor. Dimana F_{tabel} dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan $\alpha = 0.05$; df_1 = jumlah derajat kebebasan faktor; df_2 = jumlah derajat kebebasan error. Dengan keputusan yang ditentukan yaitu H_0 ditolak apabila F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , sebaliknya H_0 diterima apabila F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} . Jadi, dapat diketahui bahwa masing-masing faktor yang berpengaruh signifikan terhadap respon kekasaran permukaan yaitu parameter tekanan penyemprotan dan ukuran material abrasif memberikan pengaruh secara signifikan terhadap respon kekasaran permukaan, sedangkan parameter waktu penyemprotan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap respon kekasaran permukaan

Selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan parameter

optimal yang bertujuan untuk mengetahui level optimal pada parameter terhadap variabel respon. Data yang digunakan untuk perhitungan ini yaitu data rasio S/N pada Tabel 2.

a. Faktor A (Tekanan Penyemprotan)

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter tekanan penyemprotan pada level 1 terdapat pada percobaan 1, 2,

dan 3 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter tekanan penyemprotan pada level 2 terdapat pada percobaan 4, 5, dan 6 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1

$$TP_2 = (17.231 + 16.678 + 18.023) \times 3$$

$$TP_2 = 17.310$$

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter tekanan penyemprotan pada level 3 terdapat pada percobaan 7, 8, dan 9 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1

$$TP_3 = (16.838 + 18.319 + 17.707) \times 3$$

$$TP_3 = 17.621$$

b. Faktor B (Waktu Penyemprotan)

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter waktu penyemprotan pada level 1 terdapat pada percobaan 1, 4, dan 7 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1

$$WP_1 = (16.426 + 15.816 + 16.838) \times 3$$

$$WP_1 = 16.832$$

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter waktu penyemprotan pada level 2 terdapat pada percobaan 2, 5, dan 8 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1

$$WP_2 = (15.498 + 16.678 + 18.319) \times 3$$

$$WP_2 = 16.831$$

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter tekanan penyemprotan pada level 3 terdapat pada percobaan 3, 6, dan 9 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1

$$WP_3 = (15.816 + 18.023 + 17.707) \times 3$$

$$WP_3 = 17.182$$

c. Faktor C (Ukuran Material Abrasif)

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter ukuran material abrasif pada level 1 terdapat pada percobaan 1, 6, dan 8 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1

$$UMA_1 = (16.426 + 18.023 + 18.319) \times 3$$

$$UMA_1 = 17.589$$

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter ukuran material abrasif pada level 2 terdapat pada percobaan 2, 4, dan 9 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1

$$UMA_2 = (15.498 + 17.231 + 17.707) \times \sqrt[3]{1}$$

$$UMA_2 = 16.812$$

Perhitungan *mean* rasio S/N parameter ukuran material abrasif pada level 3 terdapat pada percobaan 3, 5, dan 7 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$UMA_3 = (15.816 + 16.678 + 16.838) \times \sqrt[3]{1}$$

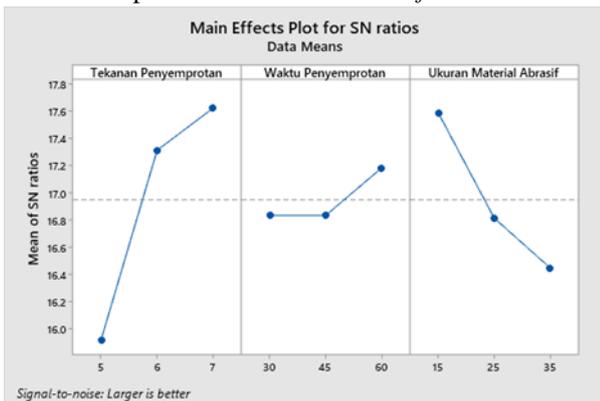
$$UMA_3 = 16.444$$

Hasil dari perhitungan parameter optimal yang telah didapatkan selanjutnya dirangkum dalam Tabel 4. Semakin besar nilai rata-rata rasio S/N pada masing- masing level, maka semakin besar pula kontribusinya terhadap respon kekasaran permukaan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Parameter Optimal Respon Kekasaran Permukaan

Level	Tekanan Penyemprotan	Waktu Penyemprotan	Ukuran Material Abrasif
1	15.913	16.832	17.589
2	17.310	16.831	16.812
3	17.621	17.182	16.444
Delta	1.71	0.35	1.15
Rank	1	3	2

Berdasarkan Tabel 4 di atas, menunjukkan bahwa parameter optimal terhadap kekasaran permukaan yaitu faktor A (tekanan penyemprotan) pada level 3 yang bernilai 7 bar, faktor B (waktu penyemprotan) pada level 3 yang bernilai 60 *second*, dan faktor C (ukuran material abrasif) pada level 1 yang bernilai 15. Selanjutnya grafik level faktor untuk respon kekasaran permukaan berdasarkan *software* Minitab19 ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Level Optimal Respon Kekasaran Permukaan

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian menggunakan perhitungan ANOVA pada respon kekasaran permukaan, dapat diketahui bahwa parameter proses tekanan penyemprotan dan ukuran material abrasif memberikan pengaruh secara signifikan dengan persentase kontribusi sebesar 66.81% dan 27.60%. Sedangkan parameter waktu penyemprotan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap respon kekasaran permukaan. Namun, parameter waktu penyemprotan memberikan kontribusi terhadap respon kekasaran permukaan sebesar 3.30%.

Sedangkan saran untuk penelitian berikutnya yaitu menggunakan metode analisis yang berbeda, seperti *factorial design*, *response surface* maupun metode eksperimen lainnya.

Daftar Pustaka

Bhushan, R. K. (2022). Effect of tool wear on surface roughness in machining of AA7075/10 wt.% SiC composite. *International Journal of Composites Part C*, 1-19.

Karuniawan, B. W., Rachman, F., & Setiawan, A. A. (2019). Optimasi Parameter Mesin Fused Deposition Modelling (FDM) terhadap Kekasaran Permukaan Produk Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Techno Bahari*, 23-29.

Pradana, R. B., & Kromodiharjo, S. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Tekanan dan Waktu Sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan, Biaya, dan Kebersihan pada Pelat Baja Karbon Rendah di PT. Swadaya Graha. *Jurnal Teknik ITS*, 306-310.

Rachman, F., Purnomo, D. A., Fajardini, R. A., & Umami, R. R. (2021). Optimization of Surface Roughness of AISI P20 on Electrical Discharge Machining Sinking Process using Taguchi Method. *Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika*, 50-59.

Rachman, F., Setiawan, T. A., Karuniawan, B. W., & Maya, R. A. (2019). Penerapan Metode Taguchi Dalam Optimasi Parameter Pada Proses Electrical Discharge Machining (EDM). *Jurnal Statistika*, 7-12.

Soejanto, I., 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu