

PENERAPAN METODE TAGUCHI UNTUK OPTIMASI *SETTING* PARAMETER *SANDBLASTING* TERHADAP KEREKATAN CAT

Bayu Wiro Kurniawan¹, Farizi Rachman², dan Isna Aulia Kharisma³

^{1,2,3}Teknik Desain dan Manufaktur, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS),
Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111
E-mail: farizirachman@ppns.ac.id

Abstract

Companies engaged in the manufacturing industry, especially in the structural fabrication process, will certainly go through several stages of the production process. This production process must produce maximum quality. One of them is a product that has a high paint adhesion value. Therefore, this research discusses the optimization of sandblasting results to determine the effect of the right parameter settings to produce optimal paint adhesion values on A36 steel material. This research uses Taguchi method experimental design with $L_9(3^4)$ orthogonal matrix for three replications. Based on the Analysis of Variance (ANOVA) calculation, the percentage contribution of spraying pressure is 70.10%, spraying time is 1.83%, and abrasive material size is 25.42%.

Keywords: *Sandblasting, Paint Adhesion, Taguchi*

Abstrak

Perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur, khususnya dalam proses fabrikasi struktur tentunya akan melalui beberapa tahapan proses produksi. Proses produksi ini harus menghasilkan kualitas yang maksimal. Salah satunya yaitu produk yang memiliki nilai kerekatan cat yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini membahas tentang optimasi hasil *sandblasting* untuk mengetahui pengaruh *setting* parameter yang tepat untuk menghasilkan nilai kerekatan cat yang optimal pada material baja A36. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen metode Taguchi dengan matriks ortogonal $L_9(3^4)$ sebanyak tiga kali replikasi. Dari hasil eksperimen, parameter optimal yang dihasilkan yaitu tekanan penyemprotan 6 bar, waktu penyemprotan 30 *second*, dan ukuran material abrasif dengan mesh 15. Berdasarkan perhitungan Analysis of Variance (ANOVA), persentase kontribusi tekanan penyemprotan sebesar 70.10%, waktu penyemprotan sebesar 1.83%, dan ukuran material abrasif sebesar 25.42%.

Kata Kunci: *Sandblasting, Kerekatan Cat, Taguchi*

PENDAHULUAN

Industri manufaktur di Indonesia terus mengalami perkembangan setiap tahunnya. Hal ini dipengaruhi oleh produktivitas dan kualitas produksi sehingga bersaing di pasar global. Industri manufaktur di Indonesia juga semakin meningkat seiring dengan tingkat kebutuhan manusia yang beraneka ragam (Rachman et al., 2020). 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. 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 penyemprotan material abrasif, biasanya berupa pasir *silica* atau *steel grit* dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan (Ishaka et al., 2021). Setelah dilakukannya *sandblasting* maka permukaan material tersebut akan menjadi bersih dan kasar. *Setting* parameter *sandblasting* dengan tepat diperlukan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang tinggi sehingga nilai kerekatan cat yang dihasilkan optimal. *Painting* merupakan salah satu proses pelapisan/*coating* terhadap suatu material yang berfungsi untuk melindungi permukaan material dari berbagai pengaruh lingkungan. *Painting* dilakukan sebagai pencegahan dan perlindungan terhadap korosi (Mulyanto et al., 2020). Hal ini dilakukan karena proses korosi tidak dapat dihentikan, namun hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya (Trijatmiko et al., 2016).

Studi eksperimen pengaruh tebal cat dan kekasaran permukaan pada pelat baja karbon rendah terhadap kerekatan cat dan biaya proses di PT. Swadaya Graha telah dilakukan oleh (Pratama & Kromodiharjo, 2016) dengan hasil penelitian yang didapatkan dari pengujian dengan objek pelat baja karbon 250 x 250 x 6 mm menunjukkan bahwa seluruh hasil berada di atas standar. Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, penulis memiliki gagasan untuk melakukan penelitian mengenai hasil *sandblasting*. Dimana percobaan yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan mengombinasikan parameter proses yang terdiri atas tekanan penyemprotan, waktu penyemprotan, dan ukuran material abrasif. Untuk respon yang diteliti yaitu kerekatan cat, 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.

METODE PENELITIAN

Rancangan Percobaan

Pada penelitian ini, masing-masing variabel bebas menggunakan tiga level dimana percobaan dilakukan sebanyak tiga kali replikasi. Berdasarkan pertimbangan studi lapangan dan penelitian sebelumnya, penentuan nilai pada setiap level variabel bebas ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1
Variabel Bebas

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

Berdasarkan perhitungan derajat kebebasan, didapatkan nilai sebesar 6 sehingga *orthogonal array* yang sesuai dengan percobaan ini adalah $L_9(3^4)$. Maka didapatkan rancangan percobaan sesuai matriks *orthogonal array* $L_9(3^4)$ seperti Tabel 2 berikut.

Tabel 2
Rancangan Percobaan

Eksperimen ke-	Variabel Bebas		
	Tekanan Penyemprotan (bar)	Waktu Penyemprotan (second)	Ukuran Material Abrasif
1	5	30	15
2	5	45	25
3	5	60	35
4	6	30	25
5	6	45	35
6	6	60	15
7	7	30	35
8	7	45	15
9	7	60	25

Persiapan Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan mengkombinasikan variabel-variabel proses pada *sandblasting* yang dalam penelitian ini diduga berpengaruh terhadap kerekatan cat. Eksperimen ini dimulai dengan pembuatan spesimen uji sesuai dengan rencana percobaan yaitu dengan 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.

Prosedur pelaksanaan eksperimen pada penelitian ini sesuai dengan rancangan percobaan, yaitu sebagai berikut.

1. 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. Kemudian, material dibersihkan dari debu sisa proses *blasting* sebersih mungkin hingga *dust level* 1.
2. Material yang telah dibersihkan dari debu, karat, dan kontaminan lainnya harus segera *dicoating* untuk menghambat terbentuknya karat. Proses *painting* juga dilakukan pada tempat yang datar agar seluruh permukaan material dapat *dipainting* secara merata dengan menggunakan *pompa airless spray* dengan *spray gun* W-77. Proses *painting* pertama yang dilakukan yaitu pada *primer coating* dengan menggunakan jenis cat Barrier 80 dari *brand* Jotun. Selanjutnya dilakukan pengaplikasian *intermediate coating* dengan menggunakan jenis cat Penguard Midcoat MIO yang juga dari *brand* Jotun. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan ketebalan cat yang dibutuhkan yaitu sebesar 125 μm .
3. Untuk dapat mencapai ketebalan cat 125 μm , pada kondisi cat yang masih basah atau baru saja diaplikasikan dapat diukur ketebalannya menggunakan *wet film comb* untuk mencegah kurangnya DFT yang akan dibentuk. Selanjutnya, dilakukan pengukuran DFT menggunakan *DFT coating thickness gauge*.
4. Setelah itu, spesimen dilakukan pengujian kerekatan cat dengan melakukan uji *pull off* dengan menggunakan alat *Pull off Adhesion Tester* DeFeIsko PosiTest AT-A dengan menggunakan *dolly* yang berdiameter 20 mm. *Adhesion tester* tipe ini menggunakan pompa hidrolis otomatis. Pengujian *pull off* dilakukan dengan memasang *dolly* pada permukaan spesimen uji yang telah *dicoating* menggunakan lem Loctite 496 dengan waktu tunggu kering lemnya yaitu sekitar satu jam. Setelah lem kering, aktuator dipasangkan ke *dolly* dengan posisi berdiri tegak lurus, lalu mengatur *settingan* satuan *pressure* menjadi MPa dan ukuran *dolly*

20 mm. Selanjutnya menekan tombol hijau untuk memulai mengukur. Aktuator akan memberi *pressure* pada *dolly*, hingga *coating* terlepas dari permukaan akibat *dolly* yang tertarik. *Pressure* maksimal yang diperlukan untuk menarik *dolly* akan terukur dan tampil di *display* indikator. Nilai inilah yang menjadi nilai *adhesi* (ASTM D4541-22, 2022).

Metode Analisis Data

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Taguchi yang 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 et al., 2019). Pendekatan dengan menggunakan metode Taguchi telah diterapkan di beberapa industri dan telah meningkatkan kualitas (Rachman et al., 2021). 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).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan spesimen uji dengan 9 kombinasi dan 3 kali replikasi yang sesuai dengan rancangan percobaan serta pengujian *pull off test* telah dilakukan di *Workshop* PT Semen Indonesia Logistik. Data hasil percobaan pengukuran nilai kerekatan cat telah ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3
Data Pengujian Kerekatan Cat

Kombinasi	Kerekatan Cat (MPa)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	7.97	7.64	7.80
2	6.29	7.78	6.80
3	5.71	7.50	7.04
4	8.57	8.34	8.05
5	8.15	7.99	7.98
6	8.62	10.07	8.96

Kombinasi	Kerekatan Cat (MPa)		
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
7	8.49	8.37	7.46
8	8.39	9.06	8.47
9	9.06	8.41	8.13

Data hasil percobaan pada Tabel 3 akan diolah menjadi nilai rasio S/N untuk meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan (*noise*) dengan menggunakan pendekatan tipe *larger is better*. Berikut Tabel 4 yang menunjukkan hasil perhitungan nilai rasio S/N.

Tabel 4
Rasio S/N

Kombinasi	Rasio S/N
1	17.842
2	16.749
3	16.406
4	18.394
5	18.104
6	19.235
7	18.133
8	18.715
9	18.596

Selanjutnya yaitu dilakukan perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) yang bertujuan untuk mengetahui faktor eksperimen yang mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap variabel respon. Selain itu juga digunakan untuk mengetahui besarnya nilai kontribusi faktor-faktor eksperimen terhadap variabel respon. Hasil perhitungan ANOVA rasio S/N untuk respon kerekatan cat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5
Hasil Perhitungan ANOVA Rasio S/N Kerekatan Cat

Source	DF	SS	Contribution	MS	F _{hitung}
Tekanan Penyemprotan	2	4.699	70.10%	2.350	26.515
Waktu Penyemprotan	2	0.123	1.83%	0.061	0.694
Ukuran Material Abrasif	2	1.704	25.42%	0.852	9.615
Error	2	0.177	2.64%	0.087	-
Total	8	6.703	100%	-	-

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 $\alpha = 0.05$; $df_1 = 2$; $df_2 = 6$ yaitu sebesar 5.14. Berdasarkan Tabel 5, nilai F_{hitung} pada respon kerekatan cat untuk faktor tekanan penyemprotan sebesar 26.515 lebih besar dari nilai F_{tabel} berarti memberikan pengaruh

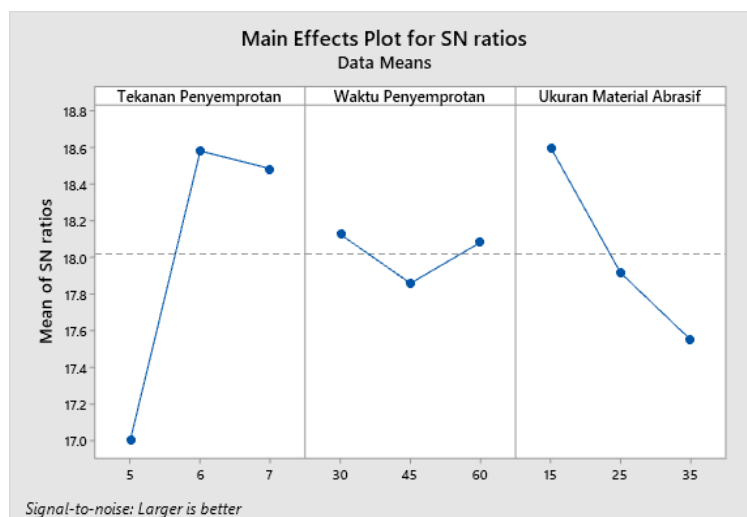
yang signifikan terhadap respon kerekatan cat, faktor waktu penyemprotan sebesar 0.694 kurang dari nilai F_{tabel} berarti tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon kerekatan cat, dan faktor ukuran material abrasif sebesar 9.615 lebih besar dari nilai F_{tabel} berarti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon kerekatan cat. Untuk persentase kontribusi faktor *error* yaitu sebesar 2.64% atau kurang dari sama dengan 15%. Hal tersebut berarti tidak ada faktor penting yang terabaikan selama eksperimen.

Selanjutnya yaitu 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 4. Kombinasi parameter optimal yang didapatkan yaitu faktor tekanan penyemprotan pada level 2 yang bernilai 6 bar, faktor waktu penyemprotan pada level 1 yang bernilai 30 *second*, dan faktor ukuran material abrasif pada level 1 yang bernilai 15.

Tabel 6
Respon Rasio S/N

Level	Tekanan Penyemprotan	Waktu Penyemprotan	Ukuran Material Abrasif
1	16.999	18.123	18.597
2	18.578	17.856	17.913
3	18.481	18.079	17.548
Delta	1.58	0.27	1.05
Rank	1	3	2

Grafik level faktor untuk respon kerekatan cat berdasarkan *software* Minitab19 ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Respon Kerekatan Cat Rasio S/N

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan perhitungan ANOVA pada respon kerekatan cat, dapat diketahui bahwa parameter proses tekanan penyemprotan dan ukuran material abrasif memberikan pengaruh secara signifikan dengan persentase kontribusi sebesar 70.10% dan 25.42%. Sedangkan parameter waktu penyemprotan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap respon kerekatan cat, hal ini bisa terjadi dikarenakan penyemprotan *sandblasting* dilakukan secara menyeluruh pada setiap spesimen. Namun, parameter waktu penyemprotan memberikan kontribusi terhadap respon kerekatan cat sebesar 1.83%. Kombinasi parameter *sandblasting* yang optimal pada material baja A36 untuk respon kerekatan cat yaitu tekanan penyemprotan yang bernilai 6 bar, waktu penyemprotan yang bernilai 30 *second*, dan ukuran material abrasif yang bernilai 15. Dalam eksperimen ini terdapat kontribusi *error* sebesar 2.64%, hal ini dikarenakan nilai kekasaran permukaan yang didapatkan kecil pada saat penyemprotan *sandblasting*. Oleh karena itu, disarankan apabila menggunakan parameter waktu yang berpengaruh terhadap respon yang diteliti, sebaiknya hanya dilakukan penyemprotan pada satu titik setiap spesimen, bukan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D4541-22. (2022). *Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*. West Conshohocken, PA 19428-2959. United States: ASTM International.
- 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.
- Ishaka, F., Santoso, T. D., & Pohan, G. A. (2021). Pengaruh Ukuran Pasir pada Perlakuan Sandblasting yang Memanfaatkan Pasir Besi terhadap Wettability Baja Tahan Karat 316L. *Jurnal JMMME*, 9-13.
- Mulyanto, T., Supriyono, & Arta, S. P. (2020). Pengaruh Perlakuan Awal terhadap Daya Rekat dan Kekuatan Lapisan pada Proses Pengecatan Serbuk. *Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 25-32.
- Pratama, R. A. & Kromodiharjo, S., 2016. Studi Eksperimen Pengaruh Tebal Cat dan Kekasaran pada Pelat Baja Karbon Rendah terhadap Kerekatan Cat dan Biaya Proses di PT. Swadaya Graha. *Jurnal Teknik ITS*, pp. 311-315.
- Rachman, F., Karuniawan, B. W., Setiawan, T. A., & Nurkholies, P. (2020). Penerapan Metode Taguchi untuk Optimasi Setting Parameter CNC Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Material. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, 49-60.

- 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.
- Trijatmiko, C., Pratikno, H., & Purniawan, A. (2016). Analisa Pengaruh Material Abrasif pada Blasting terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 231-235.