
OPTIMASI *SETTING* PARAMETER *CLEANLINESS*, KETEBALAN, DAN JENIS CAT PADA MATERIAL BAJA A572 TERHADAP DAYA REKAT CAT

Farizi Rachman¹, Bayu Wiro Karuniawan², dan Anggie Madhu Firdiandani³

^{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

The manufacturing process consists of several stages, one of them is the finishing stage. The finishing stage at PT. Supra Surya Indonesia consists of surface preparation process and painting process. The adhesion of the paint must meet the criteria to get good protective quality for the product. In the painting process, there are always defective products that must go through the repair stage before packing. Process parameters such as cleanliness level of the material surface and paint thickness need to be considered and the selection of the type of paint will affect the results of painting. Based on the problems above, it is necessary to research the analysis of process parameters that can optimize the value of paint adhesion. This study uses the Taguchi method so that the contribution of cleanliness parameters is 49.6995 %, paint thickness is 5.0014 %, and paint type is 40.4139 %. The optimum combination of parameters is cleanliness Sa 2 1/2, the thickness of 100 μm , and the type of phenolic epoxy paint.

Keywords: adhesion of paint, thickness, paint type, painting, cleanliness

PENDAHULUAN

Suatu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur memiliki berbagai macam tahapan proses produksi, salah satunya adalah proses *finishing*. Proses fabrikasi pada perusahaan manufaktur memiliki tahapan proses *finishing* yang terdiri dari tahap *surface preparation* dan *coating*. Pada tahap *surface preparation* adalah tahap membersihkan permukaan material dari korosi dan kontaminan lainnya dengan metode *blasting*. Logam yang tersedia untuk aplikasi industri biasanya ditutupi dengan lapisan kontaminan yang tebal, yang terdiri dari *mill scale*, pelumas proses, air, atau berbagai kontaminan lain dari atmosfer yang bisa teradsorpsi pada permukaan logam [1]. Proses *coating* adalah proses pelapisan benda kerja dengan cat guna menghindari produk dari korosi.

Coating/painting adalah lapisan film berpigmen yang berfungsi melindungi permukaan dari pengaruh lingkungan [2]. Setelah dilakukan *surface preparation* maka material benda kerja harus langsung segera dilakukan *coating* untuk mencegah terjadinya korosi [3].

Hasil pengecatan harus memiliki daya rekat yang baik agar dapat melindungi produk dari korosi dalam jangka waktu yang lama. Pengecatan yang memiliki daya rekat cat yang lemah dapat dikatakan gagal. Hasil pengecatan tidak hanya ditentukan oleh jenis cat yang digunakan, tetapi juga parameter proses seperti ketebalan cat dan tingkat kebersihan (*cleanliness*) permukaan substrat. Namun *setting* parameter yang kurang tepat dapat menyebabkan timbulnya cacat pada hasil pengecatan sehingga perlu dilakukan *repair*. Perbaikan pada lapisan cat akan memakan waktu yang relatif lama dan memakan biaya sehingga akan memperlambat selesainya suatu

komponen[4].

Proses pengecatan ini merupakan proses yang memerlukan anggaran dana yang cukup besar pada pelaksanaannya dan apabila produk harus melalui tahap *repair* maka anggaran dana yang diperlukan pun semakin besar. Berdasarkan permasalahan di atas, penulis berupaya mengoptimalkan daya rekat cat dengan mengkombinasikan parameter proses. Untuk mendapatkan kombinasi parameter yang optimal maka penelitian ini menggunakan Metode Taguchi. Metode Taguchi diaplikasikan oleh perusahaan-perusahaan jepang dalam rangka memperbaiki kualitas produk dan proses [5]. Berdasarkan tujuan penelitian ini yakni mendapatkan kombinasi parameter yang optimal, maka penelitian ini menggunakan Metode Taguchi. Dengan menggunakan Metode Taguchi dapat menghasilkan kombinasi parameter yang optimal terhadap variabel respon. (Vikas, 2014) dan Hazir, et al.(2012) melakukan penelitian yaitu *Optimization of plasma treatment parameters to improve the wood-coating adhesion strength using Taguchi integrated desirability function approach*. Hasilnya dengan menggunakan Taguchi menunjukkan bahwa *density, distance, treatment speed*, dan tekanan memberikan pengaruh signifikan terhadap daya rekat[6,7].

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel proses yaitu tingkat kebersihan (*cleanliness*), ketebalan cat, dan jenis cat pada material baja A572 terhadap daya rekat cat serta mendapatkan kombinasi parameter proses secara optimal dengan menggunakan metode taguchi.

METODOLOGI PENELITIAN

Material

Penelitian ini dilaksanakan dengan spesimen uji berukuran 10 mm x 15 mm tebal 8 mm dengan material ASTM A572 [8].

Alat dan Bahan Eksperimen

Alat dan bahan yang digunakan akan dijelaskan sekaligus bersama dengan prosedur pelaksanaan. Penelitian ini akan dilaksanakan sesuai prosedur yang telah dirancang sesuai rancangan percobaan sebagai berikut :

1. Melakukan persiapan spesimen uji yaitu membersihkan permukaan dengan metode *sand blasting* menggunakan *Straight Bore Nozzle* dan material *abrasive Steel Grit G40* dan *Steel Shot S390* yang digunakan bersama untuk menghasilkan tingkat kebersihan yang sesuai dengan tabel rancangan percobaan.
2. Material dibersihkan dari debu sisa proses *blasting* sebersih mungkin hingga *dust level 1*.
3. Material yang telah dibersihkan dari debu, karat, dan kontaminan lainnya harus segera di-*coating* untuk mencegah terbentuknya karat. Proses pengecatan akan menggunakan pompa *airless spray* dengan *Sagola F100 spray gun* dan cat yang digunakan adalah jenis *surface tolerant epoxy, epoxy polyamide*, dan *phenolic epoxy* dari Brand International Paint.
4. Cat diaplikasikan ke permukaan dengan variasi ketebalan sesuai dengan tabel rancangan percobaan. Pada kondisi cat masih basah atau baru saja diaplikasikan dapat diukur ketebalannya menggunakan *wet film comb* untuk mencegah kurangnya *Dry Film Thickness (DFT)* yang akan dibentuk.
5. Cat ditunggu hingga benar-benar kering sesuai *curing time* masing-masing cat.
6. Cat dilakukan pengukuran DFT menggunakan *DFT coating thickness gauge*.
7. Selanjutnya spesimen dilakukan pengujian daya rekat cat dengan metode *pull off test* menggunakan alat *Positest AT-M Adhesion Tester* untuk mengetahui besar nilai daya rekat cat. Tes pull-off umum dilakukan dengan mengamankan *loading-fixture (dolly,*

stud) normal (tegak lurus) ke permukaan lapisan dengan lem. Setelah lem kering, peralatan pengujian dipasang ke *loading-fixture* dan disejajarkan untuk menerapkan tegangan normal ke permukaan uji. Gaya diterapkan ke *loading-fixture* kemudian ditingkatkan secara bertahap dan seragam dan dimonitor sampai *loading-fixture* terlepas, atau nilai beban yang ditentukan tercapai dan pengujian dihentikan (ASTM D4541-17) [8].

Design of Experiment

Metode eksperimen desain yang digunakan pada penelitian ini adalah Taguchi. Metode Taguchi merupakan suatu metodologi yang memiliki tujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan dengan menggunakan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Pengolahan data menggunakan Metode Taguchi berupa ANOVA [9].

Tabel 1 Variabel Bebas

Simbol	Variabel Bebas	Lev 1	Lev 2	Lev 3
A	Cleanliness	Sa 2	Sa 2 $\frac{1}{2}$	Sa 3
B	Ketebalan cat	100	125	150
C	Jenis cat	Surface Tolerant Epoxy	Epoxy Polyamide	Phenolic Epoxy

Variabel Respon (*Dependent Variable*) yaitu variabel yang diamati dalam penelitian dan nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan serta hasilnya dapat diketahui setelah dilakukan percobaan. Variabel respon yang diamati dalam penelitian ini adalah daya rekat cat. Variabel Bebas (*Independent Variable*) yaitu variabel yang nilainya dapat dikendalikan dan ditentukan oleh peneliti berdasarkan tujuan dan pertimbangan-pertimbangan lainnya. Variabel bebas pada penelitian ini adalah *cleanliness*, ketebalan cat dan jenis cat. Nilai level pada masing-masing parameter dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Penentuan Orthogonal Array

Penelitian ini menggunakan 3 level pada masing-masing variabel bebas. Eksperimen ini dirancang menggunakan matriks $L_9(3^3)$ dengan replikasi sebanyak 3 kali sehingga ada 27 total eksperimen. Pemilihan matriks memiliki syarat nilai derajat kebebasan matriks ortogonal harus lebih besar atau sama dengan derajat kebebasan parameter [10]. Sehingga penelitian ini dinyatakan layak dan bisa digunakan. Tabel 2 menunjukkan table *orthogonal array* $L_9(3^3)$ pada penelitian ini. Tabel 2. Orthogonal Array $L_9(3^3)$.

Kombinasi	Cleanliness	Ketebalan Cat	Jenis Cat
1	Sa 2	100 μ m	Surface Tolerant Epoxy
2	Sa 2	125 μ m	Epoxy Polyamide
3	Sa 2	150 μ m	Phenolic Epoxy
4	Sa 2 $\frac{1}{2}$	100 μ m	Epoxy Polyamide
5	Sa 2 $\frac{1}{2}$	125 μ m	Phenolic Epoxy
6	Sa 2 $\frac{1}{2}$	150 μ m	Surface Tolerant Epoxy
7	Sa 3	100 μ m	Phenolic Epoxy
8	Sa 3	125 μ m	Surface Tolerant Epoxy
9	Sa 3	150 μ m	Epoxy Polyamide

HASIL PENELITIAN

Pembuatan spesimen uji dengan 9 kombinasi dan 3 replikasi yang sesuai dengan rancangan percobaan dilakukan di *Workshop* PT.Supra Surya Indonesia dan pengujian *pull off test* dilakukan di kantor *International Paint*. Berikut ini adalah tabel data hasil percobaan, yang telah ditransformasi menjadi Rasio/S/N.

Tabel 3 Data Hasil Percobaan

Kombinasi	Faktor			Rasio S/N
	A	B	C	
1	1	1	1	15,2485
2	1	2	2	9,9679

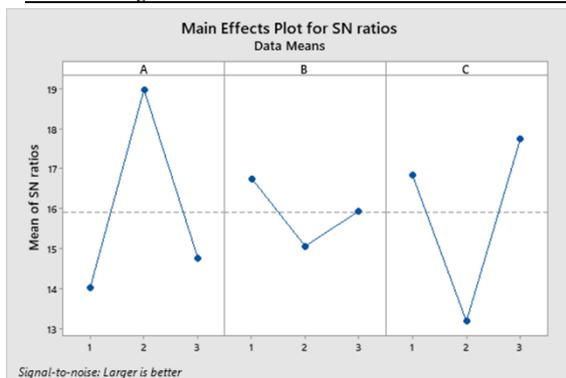
3	1	3	3	16,8268
4	2	1	2	18,0459
5	2	2	3	19,4202
6	2	3	1	19,4668
7	3	1	3	16,9697
8	3	2	1	15,7829
9	3	3	2	11,5251

Data hasil percobaan pada Tabel 3 akan diolah menjadi nilai rasio S/N menggunakan karakteristik kualitas larger is better. Rasio S/N digunakan untuk meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan (noise). Perhitungan respon S/N rasio dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor level yang optimum pada penelitian ini.

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan kombinasi parameter optimum terhadap respon adalah cleanliness pada level 2 yakni Sa, ketebalan pada level 1 yakni 100 µm, dan jenis cat pada level 3 yakni phenolic epoxy. Gambar 2 merupakan grafik level faktor dari rasio S/N sesuai software minitab19. Gambar 2 merupakan gambar visual kondisi optimum pada masing-masing parameter.

Tabel 4 Respon Rasio S/N

Level	Faktor		
	A	B	C
1	14,0144	16,7547	16,8327
2	18,9776	15,0570	13,1797
3	14,7592	15,9396	17,7389
Selisih	4,9632	1,6977	4,5592
Ranking	1	3	2



Gambar 1 Grafik Respon Optimal Rasio S/N

Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) bertujuan untuk mengetahui pengaruh variable independent terhadap variable respon dan mengidentifikasi

kontribusi dari setiap faktor eksperimen terhadap variabel respon serta untuk mengetahui besar nilai kontribusi faktor-faktor tersebut terhadap variabel respon. Data pada tabel 4 menunjukkan nilai F_{hitung} yang akan digunakan untuk menyimpulkan hasil eksperimen. Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesa pada masing-masing faktor dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan F_{tabel} . Nilai F_{tabel} yang digunakan dengan tingkat kepercayaan 95% dan α sebesar 0,05 adalah 5,1433.

Tabel 5 Analisis Varians (ANOVA)

Faktor	df	SS	MS	F_{hitung}
Cleanliness	2	42,9831	21,491	10,1735
Ketebalan	2	4,3255	2,1628	1,0238
Jenis Cat	2	34,9524	17,47	8,2728
Error	2	4,2250	2,112	-
Total	8	2366,670	-	-

Berdasarkan Tabel 5, nilai F_{hitung} cleanliness sebesar 10,1735 dan nilai F_{hitung} jenis cat sebesar 8,2728 lebih besar dari nilai F_{tabel} , maka dapat disimpulkan bahwa parameter cleanliness dan jenis cat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya rekat cat. Sedangkan nilai F_{hitung} ketebalan sebesar 1,0238 lebih kecil dari F_{tabel} . Sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter ketebalan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap daya rekat cat.

Tabel 6 Persen Kontribusi

Faktor	Sumber Variansi	Persen Kontribusi
A	Cleanliness	49,699 %
B	Ketebalan	5,001 %
C	Jenis Cat	40,413 %
Error		4,885 %

Perhitungan persen kontribusi dilakukan untuk mengetahui besar kontribusi masing-masing faktor terhadap respon pada percobaan ini. Dapat dilihat pada Tabel 5 bahwa faktor A (cleanliness) memiliki nilai kontribusi terbesar yakni 49,6995% dan faktor B (ketebalan) memiliki nilai kontribusi terkecil yakni 5,0014%. Berdasarkan hasil perhitungan interval kepercayaan, didapatkan nilai minimum kepercayaan sebesar 18,4531 dan nilai maksimum kepercayaan sebesar 24,8209.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis yang telah dilakukan pada parameter proses pengecatan terhadap daya rekat cat, dapat diambil kesimpulan bahwa parameter yang berpengaruh terhadap daya rekat cat pada material ASTM A572 secara signifikan yaitu cleanliness dan jenis cat dengan masing-masing memberikan kontribusi sebesar 49,6995 % dan 40,4139 %. Sedangkan parameter ketebalan cat tidak memberikan pengaruh secara signifikan namun memberikan kontribusi sebesar 5,0014 %. Sedangkan kombinasi parameter proses pengecatan yang optimum pada material ASTM A572 untuk mengoptimalkan daya rekat cat yaitu menggunakan cleanliness Sa₁, ketebalan 100 µm dan jenis cat phenolic epoxy.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schmidt, R. G., & Bell, J. P. (2005). Epoxy Adhesion to Metals. *Advances in Polymer Science*, 33–71. doi:10.1007/bfb0017914
- [2] Corrosion Care Indonesia (2006). *Coating Inspector Muda*. Bandung, Indonesia : ASCOATINDO.
- [3] Prihantono, Y. B. (2020). Analisa Daya Rekat Cat pada Proses Painting dengan Variasi Parameter Dust Level, Temperatur, dan Kekasaran Permukaan pada Baja A36 Menggunakan Metode Taguchi. Tugas Akhir Jurusan Teknik Desain dan Manufaktur. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [4] Pratama, R. A., & Kromodiharjo, S. (2017). 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*, 5(2).
- [5] Dewangan, S., & Biswas, C. K. (2013). *Optimization of machining parameters using grey relation analysis for EDM with impulse flushing*. *International Journal of Mechatronics and Manufacturing Systems*, 6(2), 144–158.
- [6] Vikas, Roy, A. K., & Kumar, K. (2014). *Effect and optimization of various machine process parameters on the surface roughness in EDM for an EN41 material using Grey-Taguchi*. *Procedia Materials Science*, 6, 383–390. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.049>
- [7] Ender Hazir , Sedanur Seker , Kucuk Huseyin Koc , Tuncer Dilik , Emine Seda Erdinler & Emel Ozturk (2020): Optimization of plasma treatment parameters to improve the wood-coating adhesion strength using Taguchi integrated desirability function approach, *Journal of Adhesion Science and Technology*, DOI: 10.1080/01694243.2020.181666
- [8] ASTM D4541-17 (2017). *Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers*. ASTM International. West Conshohocken, PA.
- [9] Montgomery, A.A. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*, 6th ed. John Wiley & Sons, Arizona State University.
- [10] Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu.