
Analisa Parameter Proses Oven Terhadap Kualitas Cat Dengan Metode Taguchi

Rafia Plasticta Candra, M. Yazid Bustomi, Achmad Rihhadul Aisy

Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Yudharta Pasuruan University
rafia@gmail.com

Abstract

Paint is a liquid that can be used to coat the surface of a material with the aim of beautifying (decorative), strengthening (reinforcing) and protecting (protective) an object of painting. The brightness of the coating is one of the important variables in a painting process which certainly affects the quality of the painting. To get maximum layer brightness results, it is necessary to conduct research to determine the factors and levels that affect layer brightness. The method used in this study is the Taguchi method where to find the response between factors and levels, testing is carried out using analysis of variance (ANOVA) and Signal to noise ratio (SNR). This study got the results that for the best layer brightness there is a temperature factor with a P value of 0.475 and an F value of 1.11, the time factor with a P value of 0.580 and an F value of 0.72, and for the thickness factor a P value of 0.956. and the F value of 0.05. From the test results show that the factor and level affect the brightness of the layer.

Keywords:

Taguchi; Temperature;
Brightness Layer
Thickness

Abstrak

Cat merupakan suatu cairan yang dapat dipakai untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah (decorative), memperkuat (reinforcing) serta melindungi (protective) satu obyek pengecatan. Kecerahan lapisan merupakan salah satu variable penting dalam suatu proses pengecatan yang tentunya berpengaruh pada kualitas pengecatan. Untuk mendapatkan hasil kecerahan lapisan yang maksimal maka perlu melakukan penelitian untuk mengetahui faktor dan level yang mempengaruhi kecerahan lapisan. Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode taguchi dimana untuk mencari respons antar faktor dan level dilakukan pengujian menggunakan analisis varian (ANOVA) dan Signal to noise ration (SNR). Penelitian ini mendapat hasil yaitu untuk kecerahan lapisan paling baik terdapat pada faktor suhu dengan nilai P sebesar 0,475 dan nilai F sebesar 1,11, faktor waktu dengan nilai P sebesar 0,580 dan nilai F sebesar 0,72, dan untuk faktor ketebalan nilai P sebesar 0,956 dan nilai F sebesar 0,05. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa faktor dan level berpengaruh terhadap kecerahan lapisan.

Kata Kunci:

Taguchi; Suhu;
Kecerahan Lapisan
Ketebalan

PENDAHULUAN

Cat merupakan suatu cairan yang dapat dipakai untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah (decorative), memperkuat (reinforcing) serta melindungi (protective) satu obyek pengecatan. Kecerahan lapisan merupakan salah satu variable penting dalam suatu proses pengecatan yang tentunya berpengaruh pada kualitas pengecatan. Untuk mendapatkan hasil kecerahan lapisan yang maksimal maka perlu melakukan penelitian untuk mengetahui faktor dan level yang mempengaruhi kecerahan lapisan. Logam merupakan salah satu material yang paling banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari dibandingkan dengan material lain, karena logam mempunyai kelebihan tersendiri salah satunya sifat kekerasan yang tinggi. Namun penggunaan logam dapat menimbulkan beberapa permasalahan seperti korosi dan aus. Untuk meningkatkan ketahanan logam dari korosi dan aus serta meningkatkan sifat mekanik logam adalah dengan menggunakan salah satu teknik material yang sedang dikembangkan yaitu dengan pelapisan komposit. Pelapisan komposit sangat berguna untuk aplikasi teknik, seperti pada peralatan mesin dengan operasi kecepatan tinggi (pengeboran, pemotongan dan penggilingan) pada temperatur tinggi. (Kusumawati et al., 2019).

Cat dapat berfungsi sebagai alternatif perlindungan korosi dengan cara melapisi badan kendaraan. Bentuk korosi yang sering dijumpai pada industry otomotif dikenal beberapa bentuk korosi. Secara umum terdiri dari crevise corrosion (korosi celah), galvanic corrosion (korosi galvanis), dan pitting corrosion (korosi lubang). Korosi pada industri otomotif selain seperti tersebut diatas biasanya terdapat pada sistem bahan bakar, sistem pendingin, sistem kelistrikan dan sistem pembuangan hasil pembakaran (Noor & Tarmedi, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu dan ketebalan terhadap kecerahan lapisan, pengaruh waktu pengovenan terhadap kecerahan lapisan, pengaruh perubahan suhu dan ketebalan terhadap kecerahan lapisan.

METODE

Dr. Genichi Taguchi mengumumkan ide dan gagasannya mengenai quality engineering yang telah digunakan selama beberapa tahun di Jepang. Pada tahun 1980-an ide mengenai desain percobaan ini telah diperkenalkan di dunia barat. Sasaran quality engineering adalah merancang kualitas kedalam tiap-tiap produk dan proses yang sesuai. Metode Taguchi merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan resources seminimal mungkin. Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk robust terhadap noise, karena itu sering disebut sebagai Robust Design.

Matriks Ortogonal (Orthogonal Array) adalah matriks fraksional factorial yang memiliki perbandingan taraf dari faktor yang seimbang. Elemen-elemen matriks ortogonal disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor dalam percobaan. Baris merupakan kombinasi dari taraf faktor dalam percobaan. Matriks disebut ortogonal karena semua kolom dapat dievaluasi secara independen satu sama lain. Dalam metode Taguchi matriks ortogonal yang digunakan adalah matriks ortogonal yang bisa disimbolkan sebagai: $L_p(q^r)$ dengan:

p = jumlah percobaan yang dilakukan.

q = jumlah taraf tiap faktor

r = jumlah faktor

Signal to Noise Ratio (S/N) digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi suatu respon. Taguchi menciptakan transformasi dari pengulangan data kenilai lain yang merupakan ukuran variasi yang ada. Transformasinya adalah signal to noise ratio atau rasio S/N. Karakteristik kualitas adalah sesuatu yang menjadi obyek dan perhatian dari suatu produk dan proses. Analisis varians atau analisis ragam adalah suatu metode untuk menganalisis keragaman (variasi) dari suatu respon dan membagi menjadi komponen-komponen yang mengukur sumber variasi yang diketahui dan sisanya dikaitkan dengan error random. Sumber variasi tersebut dikaitkan dengan variabel-variabel bebasnya, yaitu faktor-faktor yang dicobakan. Di dalam ANOVA, besaran seperti derajat bebas, jumlah kuadrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti faktor terkontrol ada pada table 1.

Tabel 1. Faktor Terkontrol

No	Faktor Terkontrol
1	Suhu Oven (S)
2	Waktu Pengovenan (W)
3	Ketebalan Lapisan (K)

Faktor gangguan yang ada dalam penelitian ini adalah lapisan cat yang meleleh pada media yang dicat dan faktor manusia yang tidak diteliti atau diabaikan. Berdasarkan pertimbangan ekonomis serta diskusi maka didapat jumlah taraf dan nilai taraf faktor.

Tabel 2. Level dan Nilai Level Faktor

Kode	Factor	level 1	level 2	level 3
S	Suhu	150	180	200
W	Waktu	50	55	60
K	Ketebalan	40	50	60

Perhitungan derajat bebas faktor yang diamati pada sebuah percobaan adalah sebagai berikut: $V_f = (\text{banyaknya level} - 1)$. Dalam hal ini faktor-faktor yang diamati dalam penelitian ini adalah:

Faktor S (Suhu) = 3 level

Faktor W (Waktu) = 3 level

Faktor K (Ketebalan) = 3 level

Sehingga derajat bebas tersaji dalam tabel di bawah ini adalah:

Tabel 3. Derajat Bebas Penelitian

Faktor	Derajat Bebas
S	$3 - 1 = 1$
W	$3 - 1 = 1$
K	$3 - 1 = 1$
Total	6

Tabel 4. Matriks ortogonal $L_9(3^3)$

Percobaan	Faktor		
	S	W	K
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Keterangan

1. Pada percobaan ke-1 dengan menggunakan suhu oven $150^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 50 menit dan ketebalan lapisan cat 40μ .
2. Pada percobaan ke-2 dengan menggunakan suhu oven $150^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 55 menit dan ketebalan lapisan cat 50μ .
3. Pada percobaan ke-3 dengan menggunakan suhu oven $150^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 60 menit dan ketebalan lapisan cat 60μ .
4. Pada percobaan ke-4 dengan menggunakan suhu oven $180^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 50 menit dan ketebalan lapisan cat 50μ .
5. Pada percobaan ke-5 dengan menggunakan suhu oven $180^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 55 menit dan ketebalan lapisan cat 60μ .
6. Pada percobaan ke-6 dengan menggunakan suhu oven $180^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 60 menit dan ketebalan lapisan cat 50μ .
7. Pada percobaan ke-7 dengan menggunakan suhu oven $200^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 50 menit dan ketebalan lapisan cat 60μ .
8. Pada percobaan ke-8 dengan menggunakan suhu oven $200^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 50 menit dan ketebalan lapisan cat 40μ .
9. Pada percobaan ke-9 dengan menggunakan suhu oven $200^\circ C$, dengan waktu pengovenan selama 60 menit dan ketebalan lapisan cat 50μ .

Perhitungan Pengaruh Level Dari Faktor Rata-Rata Kekilauan Lapisan

Perhitungan pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata kekilauan lapisan melalui beberapa tahap, yaitu: perhitungan rata-rata respon, perhitungan pengaruh faktor terhadap rata-rata respon, perhitungan analisis varians faktor, perhitungan persen kontribusi, perhitungan estimasi nilai untuk kondisi respon optimum.

a. Rata-rata kekilauan lapisan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan minitab maka diperoleh faktor-faktor yang optimum dengan karakteristik respon kecerahan lapisan semakin besar semakin baik (*the larger is the better*).

Tabel 5. Pengaruh faktor terhadap rata-rata kekilauan lapisan

Response Table for SNR			
Level	S	W	K
1	39,99	39,54	39,49
2	39,24	39,18	39,46
3	39,34	39,85	39,62
Delta	0,76	0,66	0,16
Rank	1	2	3

Karena L₉(3³) mempunyai derajat kebebasan sebesar 6, maka kita ambil setengah dari derajat bebas sebagai pengaruh penting. Namun dalam penelitian ini yang digunakan hanya 3 kolom saja, maka yang diambil adalah 1 sebagai pengaruh penting, sehingga ada 1 faktor yang mempunyai pengaruh penting terhadap rata-rata kekilauan lapisan dengan karakteristik semakin besar semakin baik. Dari tabel didapatkan nilai rata-rata yang terbesar berdasarkan ranking yang ada, yaitu faktor suhu (S) terdapat pada level 1.

Tabel 6. Hasil Data Perhitungan Kecerahan

Specimen	Factor			Kecerahan	Kecerahan	Kecerahan	Rata-rata
	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Ketebalan (μ)	1	2	3	kecerahan
1	150	50	40	92	110	110	104
2	150	55	50	91	93	88	90,6
3	150	60	60	115	109	99	107,6
4	180	50	50	96	93	90	93
5	180	55	60	90	96	90	92
6	180	60	40	90	90	90	90
7	200	50	60	95	80	95	90
8	200	55	40	91	92	89	90,6
9	200	60	50	110	93	95	99,3

Dalam melakukan analisa hasil, terlebih dahulu dihitung rata-rata dan SNR dari data percobaan. Untuk mencari nilai rata dari data tersebut kita dapat menggunakan

$\bar{y}_{Exp} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$. Karena dilakukan replika sebanyak tiga kali maka perhitungan rata-rata

dari data ke-1 sampai data ke-9 menggunakan $\bar{y}_{Exp} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3}$.

$$\bar{y}_{Exp} = \frac{92 + 110 + 110}{3} = \frac{312}{3} = 104$$

Tabel 7. Respon SNR masing-masing faktor

Exp	Parameter			Hasil	
	Suhu S (°C)	Waktu W (menit)	Ketebalan K (μ)	rata-rata kecerahan	SNR kecerahan
1	150	50	40	104	40,247
2	150	55	50	90,667	39,142
3	150	60	60	107,67	40,591
4	180	50	50	93	39,361
5	180	55	60	92	39,264
6	180	60	40	90	39,085
7	200	50	60	90	38,998
8	200	55	40	90,667	39,146
9	200	60	50	99,333	39,871

Untuk mencari nilai SNR dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SNR = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

Karena dilakukan replikasi sebanyak tiga kali maka perhitungan SNR dari data ke-1 sampai ke-9 menggunakan persamaan berikut: $SNR = -10 \log \left(\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{1}{y_i^2} \right)$

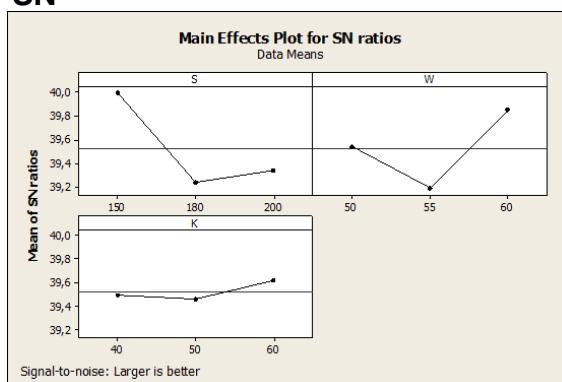
$$SNR_{exp} = -\log 10 \left(\frac{1}{3} \left(\frac{1}{y_1^2} + \frac{1}{y_2^2} + \frac{1}{y_3^2} \right) \right)$$

$$SNR_{exp} = -\log 10 \left(\frac{1}{3} \left(\frac{1}{92^2} + \frac{1}{110^2} + \frac{1}{110^2} \right) \right)$$

$$SNR_{exp} = -\log 10 (94,478)$$

$$SNR_{exp} = 40,247$$

Means Effect For Plot SN



Gambar 1. Gambar Means Effect For Plot SN

Dari gambar 1 maka diperoleh faktor-faktor yang optimum dengan karakteristik respon kecerahan lapisan semakin besar semakin baik (*the larger is the better*). Kita

dapat memperhatikan means effect for plot SN factor ketebalan (K) adalah nilai yang terendah. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa level 2 dari faktor suhu oven yaitu dengan menggunakan suhu 180°C, memiliki titik terendah dibanding dengan dengan faktor suhu pada level 1 dan 3, dan untuk nilai tertinggi pada faktor suhu berada di level 1 yaitu menggunakan suhu 150°C. Pada grafik waktu (W) dapat diketahui bahwa faktor tertinggi berada pada level 3 dengan durasi pengovenan 60 menit dan untuk level terendah berada pada level 2 yaitu dengan durasi pengovenan 55 menit. Dan untuk grafik ketebalan (K) dapat diketahui bahwa faktor terendah ketebalan berada pada level 1 yaitu dengan tebal lapisan 40 μ , level tertinggi faktor ketebalan lapisan berada pada level 3 yaitu dengan tebal lapisan 60 μ .

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa level terbaik dari masing-masing faktor, faktor suhu berada pada level 1, faktor waktu level terbaik berada pada level 3, dan untuk faktor ketebalan lapisan level terbaik berada pada level 3.

Menghitung Analisis Varians Terhadap Rata-Rata Kecerahan Lapisan

Dalam menghitung analisis varians terhadap rata-rata kecerahan lapisan peneliti menggunakan analisis Anova dan didapatkan seperti table dibawah ini.

Tabel 8. ANOVA

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Suhu	2	1,0124	1,0124	0,506	1,11	0,475
Waktu	2	0,6636	0,6636	0,331	0,72	0,580
Ketebalan	2	0,0423	0,0423	0,021	0,05	0,956
Residual	2	0,9153	0,9153	0,457		
Error						
Total	8	2,6338				

Analisis penelitian ini membahas hasil dari penelitian yang sudah dilakukan. Pada tahap ini dilakukan uji ANOVA dari masing-masing faktor yang terdiri dari suhu, waktu dan ketebalan. Berdasarkan hasil uji ANOVA pada jumlah pemasukan responden, diketahui bahwa nilai signifikansi $> 0,05$, sehingga dalam hal ini, suhu penovenan merupakan faktor yang mempengaruhi literasi kecerahan dibuktikan dengan nilai P sebesar 0,475 dan nilai F sebesar 1,11. Sedangkan untuk hasil uji ANOVA ketebalan, menunjukkan tidak ada perbedaan. Faktor ketebalan secara signifikan mempengaruhi literasi kecerahan lapisan ditandai dengan nilai P sebesar 0,956 dan nilai F sebesar 0,05. Untuk faktor waktu nilai P sebesar 0,580 dan nilai F sebesar 0,72 sehingga dapat disimpulkan bahwa lama pengovenan memiliki pengaruh terhadap tingkat literasi literasi kecerahan lapisan.

KESIMPULAN

Faktor-faktor yang diuji terbukti berpengaruh terhadap respon kecerahan lapisan, dengan nilai F diatas 5% atau 0,05. Untuk faktor suhu (S) nilai F sebesar 1,11, faktor waktu (W) nilai F sebesar 0,72, dan untuk faktor ketebalan dengan nilai F sebesar 0,05. Dari tiga faktor penelitian terdapat faktor yang paling berpengaruh untuk respon kecerahan lapisan, yang pertama faktor suhu (S) dengan nilai P sebesar 0,475, kedua

faktor ketebalan (K) nilai P sebesar 0,580, dan yang ketiga faktor waktu (W) dengan nilai P sebesar 0,956. Komposisi pengecatan untuk menghasilkan kecerahan lapisan yang optimal yaitu suhu sebesar 150° , waktu selama 60 menit dan ketebalan sebesar 60μ . Hasil dari percobaan memberikan hasil yang lebih baik, sehingga kombinasi faktor dan level yang optimum dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas kecerahan lapisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiani, Y. mila. (2019). Fakultas Teknik – Universitas Muria Kudus. *Prosiding SNATIF Ke-6 Tahun 2019*, 5(2007), 96–101.
- Handayani, I. A., Haris, A., Widodo, D. S., & Alat, B. (2018). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Synthesis of ZnO / NiO Thin Film on Fluorine - doped Tin Oxide (FTO) by Two Step Electrodeposition as Photoanode of a Solar Cell*. 21(3), 124–130.
- Hermianto, K. B., & Utama, F. Y. (2018). Pengaruh Drying Process Terhadap Finishing Top Coat Pada Pengecatan. *Pengaruh Drying Process Terhadap Finishing Top Coat Pada Pengecatan*, 06, 215–224.
- Kusumawati, L., Budi, E., & Sugihartono, I. (2019). *PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN LAPISAN KOMPOSIT Ni-TiN/Si₃N₄ DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEKTRODEPOSISI*. VIII, SNF2019-PA-27–32. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.02.pa.05>
- Listyoanik, P. A. S. (2012). *Peningkatan kualitas batu bata dengan metode taguchi*.
- Mesin, J. T., & Teknik, F. (2019). Analisis Pengaruh Perbandingan Campuran Thinner Dengan Varnish Terhadap Kualitas Hasil Pengecatan. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 11(2), 28–33. <https://doi.org/10.15294/jkomtek.v11i2.20910>
- Noor, R. A. M., & Tarmidi, E. (2013). Pengaruh pelapisan ketebalan lapisan terhadap daya lekat cat. *Laporan Penelitian Mandiri*, 11(1), 1–5. http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._TEKNIK_MESIN/194912071983011-EWO_TARMEDI/PENELITIAN_ARTIKEL_CAT.pdf
- Pawa Guna, H., Darsin, M., Rosyadi, A. A., & Mesin, J. T. (2019). Optimasi kekilapan pada pengecatan pelat St37 dengan metode respon permukaan (Optimization of shine in St37 plate painting with the response surface method). *Jurnal Polimesin*, 17(2), 37–44. <http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/polimesin/article/view/938>
- Pembimbing, D. (n.d.). *Pengaruh Suhu Terhadap Kualitas Coating (Pelapisan) Stainless Steel Tipe 304 Dengan Kitosan Secara Effect of Temperature on the Coating Quality of Stainless Steel 304 With Chitosan By*.
- Rochmat, A., Putra, B. P., Nuryani, E., & Pramudita, M. (2017). KARAKTERISASI MATERIAL CAMPURAN SiO₂ DAN GETAH FLAMBOYAN (*Delonix regia*) SEBAGAI MATERIAL COATING PENCEGAH KOROSI PADA BAJA. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(2), 27. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i2.87>
- Tyagita, D. A., Pratama, A. W., & Aprianto, D. B. (2020). Variasi Kadar Tiner Dan Temperatur Pengeringan Terhadap Kualitas Hasil Pengecatan Bodi Kendaraan Berbahan Abs. *J-Proteksion*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.32528/jp.v4i1.3017>
- Yosua. (2009). Peningkatan Kualitas Di Lini Produksi Plastic Painting Dengan Metode Taguchi. *Skripsi*.