

PENGARUH PARAMETER *SPRAY GUN* TERHADAP KEKILAPAN PADA PELAPISAN BAJA KARBON RENDAH (ST37)

Miftakhul Rohman¹, Mahros Darsin^{2*}, Rika Dwi Hidayatul Qoryah²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: *mahros.teknik@unej.ac.id

ABSTRACT

Two purposes of painting of the automobile body, i.e. protection and aesthetic. For the aesthetic one, scientifically measured its glossiness. The purpose of this study was to determine the effects of painting parameters using a spray to its glossiness. Three parameters varied were: (i) comparison of paint composition and thinner (1:1.2; 1:1.4 and 1:1.6), (ii) spraying distance (110 mm, 130 mm and 150 mm), and air pressure (3.5 bar; 4.5 bar and 5.5 bar, while the glossiness measured in gloss unit (GU) using a gloss meter. The experimental design method used was the response surface method with Box-Behnken design. A series of tests were carried out prior to ANOVA and optimization with Minitab: (i) lack of fit test, (ii) simultaneous parameter test, (iii) the coefficient of determination test, (iv) identical test, (v) independent test and (vi) normal distribution test. Out of three parameters, the most influential one is composition with a coefficient of mathematical equation of 6.592. In this study, the highest value in the 10th trial was 57.3 GU which was occurred when the parameters used were: distance of 130 mm, composition 1: 1.6 and pressure 3.5 bar. On the contrary, the smallest value GU in the 7th experiment was 35 GU with a distance of 110 mm, composition 1:1.4 and pressure 5.5 bar. From processing data using Minitab, the maximum gloss value was 58.76 GU with distance 116.86 mm, composition 1: 1.6 and pressure 3.5 bar.

Keywords: painting, Box-Behnken design, gloss meter

PENDAHULUAN

Kekilapan itu terjadi akibat adanya pantulan cahaya pada suatu permukaan. Kilap diukur dengan menggunakan *gloss meter*, dengan satuan gloss unit (GU). Hal-hal yang mempengaruhi hasil kekilapan pada proses pengecatan antara lain: perbandingan antara cat dan *thinner*, jarak penyemprotan, tekanan udara penyemprotan, sudut penyemprotan, kecepatan penyemprotan dan suhu ruangan/pengeringan [1].

Beberapa penelitian sebelumnya telah menyelidiki efek tiap parameter terhadap kilap secara terpisah. Diantaranya efek jarak terhadap hasil kekilapan [1]. Efek perbandingan campuran telah diselidiki oleh beberapa peneliti sebelumnya antara lain: D.A. Irawan [2], dan KB Hermianto & F.Y. Utama (2014) [3]. A. Khasib (2017) juga meneliti tentang efek campuran terhadap hasil kekilapan [4]. Tyagita dkk juga telah meriset topik serupa untuk aplikasi pengecatan bodi mobil [5].

Sejauh pengetahuan penulis, belum ada yang meneliti tentang tekanan udara terhadap hasil kekilapan secara terpisah. Serta belum ada juga yang meneliti ketiga efek parameter tersebut jika divariasikan secara serempak. Sehingga perlu dilakukan sebuah penelitian. Untuk uji penelitian yang serempak diperlukan sebuah metode. Desain

eksperimen yang biasa diterapkan untuk eksperimen misalnya: *Taguchi method* [6] atau *Response Surface Methods* (RSM). Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode RSM untuk mendesain eksperimen dan melakukan pengolahan data, karena dengan menggunakan metode tersebut akan diperoleh nilai optimal dan efisiensi pada ketiga parameter tersebut secara serempak [7]. Aplikasi RSM sudah banyak dilakukan pada proses manufaktur untuk mengoptimalkan proses produksi [8]–[10].

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut

1. *Paint test demonstrator* dengan spesifikasi
 - Merek : Kentaro
 - Tipe : F75 gravity feet
 - Kapasitas : 400 ml
 - Diameter nozzle : 1.5 mm
 - *Working Pressure* : 3.0 – 4.0 bar



Gambar 1. *Paint test demonstrator*

2. Kompresor dengan spesifikasi:
 - Merek : Krisbow
 - *Input power* : 550 watt
 - Voltase : 220 Volt
 - *Pressure* : 0.7 Mpa
 - Kapasitas tangki : 25 liter
 - Kapasitas aliran udara : 145 l/menit
 - Kapasitas mesin : 2800 rpm



Gambar 2. Kompresor

3. *Gloss meter* dengan spesifikasi:
 - *Measuring range* : 0 – 200 GU
 - *Deviation* : 1.5 GU atau 1.5 %
 - *Measuring area* : 9 X 10 / 9 X 16 / 5 X 39 mm
 - *Measuring angle* : , 60 dan 85
 - *Power supply* : 1 AA battery
 - *Standard gloss* : ISO 2813

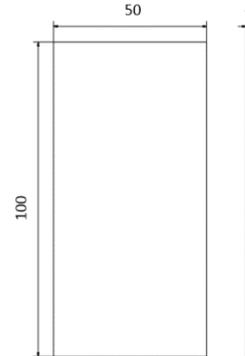


Gambar 3. *Glossmeter*

4. Gerinda
5. Jangka sorong
6. Penggaris
7. Suntik
8. Gelas ukur

Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Spesimen sebanyak 45 lembar dengan dimensi 50 mm × 100 mm × 1 mm



Gambar 4. Dimensi spesimen (dalam mm)

1. Cat primer *Epoxy PR 204*
2. Cat dan *Thinner* jenis *polyurethane* (PU)



Gambar 5. Cat dan *thinner* jenis *polyurethane* (PU)

Rancangan dan Pengambilan Data

Banyak faktor yang mempengaruhi pengecatan untuk menghasilkan kekilapan yang optimal. Terdapat dua jenis variabel, diantaranya:

1. Variabel terikat (variabel tak bebas)

Variabel terikat adalah variabel yang diamati dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh pada variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kekilapan cat dari hasil pelapisan.

2. Variabel proses (variabel bebas)

Variabel yang dipilih untuk divariasikan adalah variasi komposisi cat dengan *thinner*, tekanan udara dan jarak penyemprotan. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian yaitu:

- a) Komposisi cat dan *thinner* 1:1,2; 1:1,4 dan 1:1,6
- b) Tekanan udara 3,5 bar; 4,5 bar dan 5,5 bar

- c) Jarak spray gun dengan benda kerja 110 mm, 130mm dan 150 mm

Desain eksperimen menggunakan metode respon permukaan dengan model *Box Behnken Design*. Seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor level pengujian

Faktor	Level bawah	Level menengah	Level atas
Kode	-1	0	+1
Jarak (mm)	110	130	150
Komposisi	1:1,2	1:1,4	1:1,6
Tekanan (bar)	3,5	4,5	5,5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan 3 variabel faktor, yaitu perbandingan campuran antara cat dan *thinner*, tekanan (bar) dan jarak penyemprotan (mm). Sebelum dilakukan percobaan pengecatan, dilakukan pengukuran kekasaran terhadap 45 spesimen dengan hasil kekasaran arat-rata 0.794 μm .

Kemudian melakukan percobaan pengecatan dengan 3 variabel faktor tersebut dengan variabel respon nilai kekilapan. Desain eksperimen yang digunakan adalah desain *Box-Behnken* percobaan sebanyak 15 kali dengan 3 kali replikasi. Data hasil percobaan pengecatan dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data hasil percobaan pengecatan

No.	Jarak (mm)	Komposisi	Tekanan (bar)	Kekilapan (GU)			
				1	2	3	Rata-rata
1	110	1,2	4,5	36,6	42,0	40,7	39,8
2	150	1,2	4,5	41,1	34,7	33,4	36,4
3	110	1,6	4,5	52,0	56,5	52,4	53,6
4	150	1,6	4,5	50,9	49,5	54,5	51,6
5	110	1,4	3,5	36,9	42,1	47,5	42,2
6	150	1,4	3,5	39,0	37,7	37,8	38,2
7	110	1,4	5,5	37,4	33,9	33,6	35,0
8	150	1,4	5,5	35,4	36,2	38,2	36,6
9	130	1,2	3,5	30,2	40,1	40,1	36,8
10	130	1,6	3,5	57,4	55,2	59,4	57,3
11	130	1,2	5,5	43,9	41,2	39,3	41,5
12	130	1,6	5,5	44,3	44,9	44,5	44,6
13	130	1,4	4,5	31,1	44,1	37,0	37,4
14	130	1,4	4,5	38,1	43,2	48,5	43,3
15	130	1,4	4,5	44,3	39,2	47,3	43,6

Analisis Data Kekilapan

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data kekilapan yaitu dengan

melakukan pembentukan model, pengujian kesesuaian model dan pengujian residual. Pembentukan model merupakan hasil dari data percobaan yang diolah menggunakan *software* Minitab 18, data tersebut disebut dengan data "*estimated regression coefficients for kekilapan*". Kemudian dibentuk sebuah model persamaan kekilapan yang diperoleh dari pengolahan data menggunakan Minitab tersebut.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian kesesuaian model. Pengujian kesesuaian model terdiri dari tiga pengujian antara lain uji *lack of fit*, uji parameter serentak, dan uji R^2 . Langkah terakhir adalah pengujian residual. Pengujian residual terdiri dari tiga pengujian yaitu uji identik, uji independen, dan uji distribusi normal.

1. Pembentukan model

Pengolahan data menggunakan Minitab menghasilkan sebuah nilai koefisien penduga. Nilai koefisien penduga tersebut kemudian dimasukkan ke dalam persamaan penduga untuk model orde kedua. Nilai koefisien penduga model regresi kekilapan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Koefisien regresi untuk kekilapan

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	41,42	1,40	29,67	0,000
Jarak	-0,967	0,855	-1,13	0,310
Komposisi	6,592	0,855	7,71	0,001
Tekanan	-2,108	0,855	-2,47	0,057
Jarak*Jarak	-1,57	1,26	-1,24	0,269
Komposisi*Komposisi	5,50	1,26	4,37	0,007
Tekanan*Tekanan	-1,88	1,26	-1,50	0,195
Jarak*Komposisi	0,34	1,21	0,28	0,789
Jarak*Tekanan	1,41	1,21	1,16	0,297
Komposisi*Tekanan	-4,36	1,21	-3,60	0,015
S		R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2,41823		95,49%	87,37%	79,42%

Berdasarkan Tabel 3 di atas, akan dibuat persamaan model untuk kekilapan orde kedua. Dengan memasukkan koefisien-koefisien di atas pada persamaan untuk model regresi, dan terbentuklah persamaan berikut: $Y = 41,42 - 0,947x_1 + 6,592x_2 - 2,108x_3 - 1,57x_1^2 + 5,50x_2^2 - 1,88x_3^2 + 0,34x_1x_2 + 1,41x_1x_3 - 4,36x_2x_3$.

2. Pengujian kesesuaian model

Ada beberapa pengujian yang dapat dilakukan untuk mengetahui kesesuaian model di atas, pengujian tersebut sebagai berikut:

a. Uji lack of fit

Dalam menentukan ketepatan model diperlukan uji *lack of fit*. Tujuan pengujian *lack of fit* adalah untuk mengetahui kesesuaian model yang dihasilkan. Hipotesis yang digunakan pada uji *lack of fit* adalah sebagai berikut:

H_0 = tidak ada *lack of fit* dalam model (model sesuai)

H_1 = ada *lack of fit* dalam model (model tidak sesuai)

Daerah penolakan pada uji *lack of fit* ini adalah hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila *p-value* kurang dari α . Sebaliknya, hipotesis awal akan gagal tolak apabila *p-value* melebihi α . Pada kasus ini menggunakan nilai α sebesar 5%. Untuk memeriksa kesesuaian model dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. *Analysis of variance* untuk kekilapan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	618,921	68,769	11,76	0,007
Linear	3	390,637	130,212	22,27	0,003
Jarak	1	7,476	7,476	1,28	0,310
Komposisi	1	347,601	347,601	59,44	0,001
Tekanan	1	35,561	35,561	6,08	0,057
Square	3	143,903	47,968	8,20	0,022
Error	5	29,239	5,848		
Lack-of-fit	3	4,916	1,639	0,13	0,931
Pure error	2	24,323	12,161		
Total	14	648,160			

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai *P-value lack of fit* adalah 0,931 yang berarti lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model tidak mengandung *lack of fit* atau model yang diperoleh telah sesuai [5].

b. Uji parameter serentak

Pengujian ini menggunakan toleransi 5% atau 0,05. Untuk pengujian parameter serentak melihat nilai *P-value* yang terdapat dalam Tabel 3. Regresi yang harus diperhatikan yaitu nilai *linier* dan *square*. Nilai *P-value linier* sebesar 0,003 dan nilai *P-value square* 0,022. Dengan hal itu maka nilai tersebut berada di bawah nilai toleransi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel jarak, komposisi dan tekanan berkontribusi terhadap pembentukan model.

c. Uji koefisien determinasi (R^2)

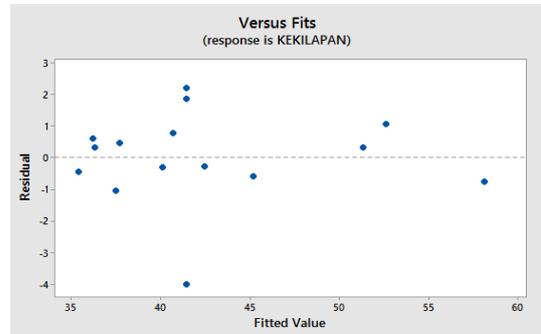
Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4 pada bagian R-sq yang menunjukkan bahwa nilai determinasi (R^2) pada kekilapan adalah 95,49%. Nilai determinasi (R^2) terletak antara $0 < R^2 < 1$, nilai determinasi semakin baik jika mendekati 1. Dengan nilai R^2 sebesar 95,49% maka dapat disimpulkan bahwa variabel respon tersebut dapat dijelaskan dalam model regresi yang dihasilkan.

3. Pengujian Residual

Pengujian residual dilakukan untuk mengetahui apakah residual memenuhi asumsi normally and independently distributed. Pengujian residual terdiri dari uji identik, uji independen, dan uji distribusi normal. Berikut ini adalah pengujian yang dilakukan:

a. Uji identik

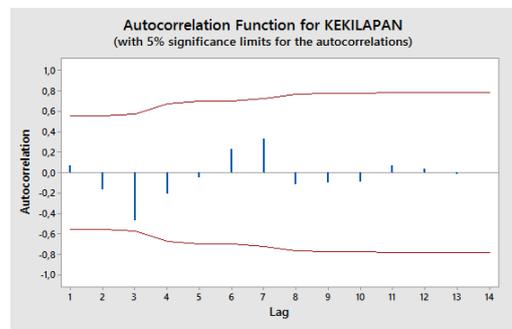
Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa *plot residual versus fitted values* untuk residualnya tersebar secara acak di sekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi bersifat identik terpenuhi.



Gambar 6. Plot *residual versus fitted values* untuk kekilapan

b. Uji idependen

Plot *Autocorrelation Function* (AFC) pada Gambar 7 menyatakan bahwa semua korelasi berada pada interval $\pm \frac{2}{\sqrt{n}}$, dimana n adalah jumlah pengamatan. Maka korelasi berada pada interval $\pm 0,51$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antar pengamatan yang berarti bahwa pengamatan yang dilakukan secara independen terpenuhi.



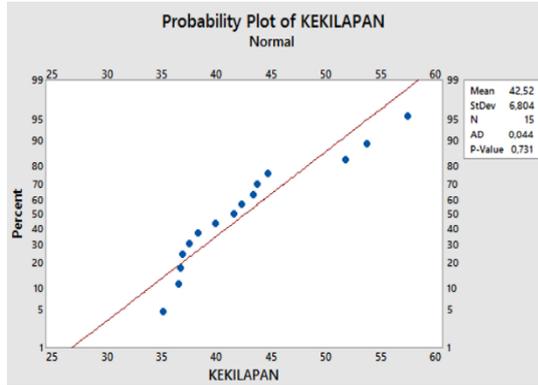
Gambar 7 Plot *Autocorrelation Function* (AFC) untuk kekilapan

c. Uji distribusi normal

Asumsi yang terakhir yaitu residual harus berdistribusi normal. Pemeriksaan asumsi distribusi normal dilakukan dengan melihat plot probabilitasnya. Gambar 8 menunjukkan bahwa plot mendekati garis lurus sehingga dapat dikatakan bahwa residual berdistribusi normal. Selain itu pemeriksaan dapat juga dilakukan dengan hipotesisnya sebagai berikut:

H_0 : residual berdistribusi normal
 H_1 : residual tidak berdistribusi normal
 Terima H_0 apabila *P-value* $> \alpha$

Melalui grafik *probability plot of residual* untuk asumsi distribusi normal diperoleh *P value* lebih dari 0,05 yaitu 0,731, sehingga diputuskan untuk gagal menolak H_0 yang berarti residual berdistribusi normal. Selain itu, dapat dilihat dari sebaran titik-titik pada plot tersebut membentuk pola linier atau garis lurus, sehingga disimpulkan bahwa residual data memenuhi asumsi distribusi normal.

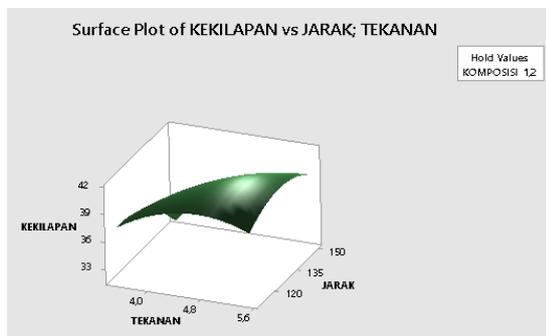


Gambar 8 *Plot probability* untuk kekilapan

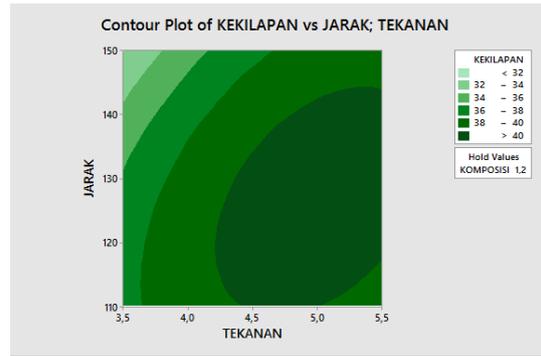
4. Analisis *Contour Response Surface*

Setelah melewati beberapa pengujian residual dan kesesuaian model, selanjutnya adalah analisis *contour* dan *surface* plot kekilapan. Gambar 9, 10 dan 11 merupakan grafik yang menggambarkan tentang hubungan antara kekilapan dengan variabel bebas yang berpengaruh. Variabel bebas tersebut antara lain yaitu jarak, komposisi dan tekanan.

Gambar 9 menunjukkan bahwa kekilapan dengan variasi tekanan 3,5-5,5 bar dan jarak 110-150 mm serta dengan variasi komposisi yang konstan sebesar 1,2. Dengan pengaturan parameter tersebut dapat menghasilkan kekilapan sebesar 32-42 GU.



(a)

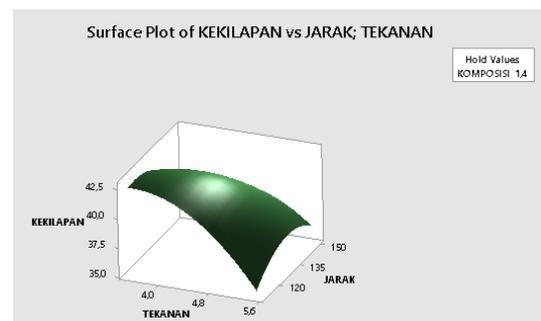


(b)

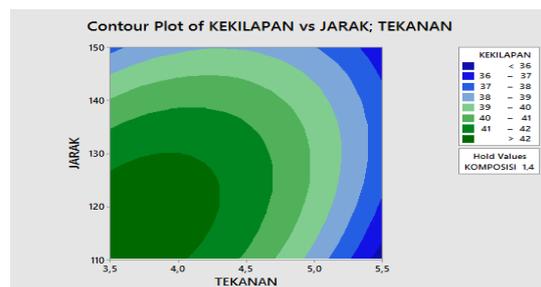
(a) Surface plot; (b) Contour plot

Gambar 9 Jarak dan tekanan terhadap kekilapan pada komposisi 1,2

Gambar 10 menunjukkan bahwa kekilapan dengan variasi tekanan 3,5-5,5 bar dan jarak 110-150 mm serta dengan variasi komposisi yang konstan sebesar 1,4. Dengan pengaturan parameter tersebut dapat menghasilkan kekilapan sebesar 36-42 GU.



(a)



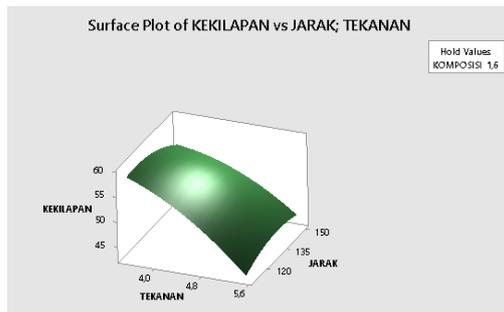
(b)

(a) Surface plot; (b) Contour plot

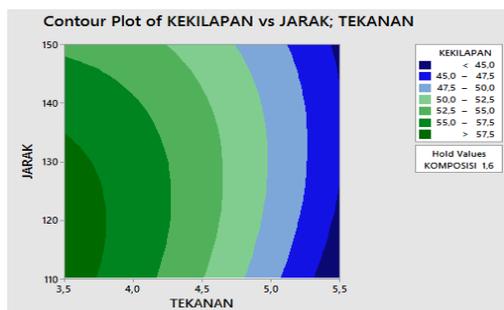
Gambar 10. Jarak dan tekanan terhadap kekilapan pada komposisi 1,4

Gambar 11 menunjukkan bahwa kekilapan dengan variasi tekanan 3,5-5,5 bar dan jarak 110-150 mm serta dengan variasi komposisi yang konstan sebesar 1,6. Dengan pengaturan parameter

tersebut dapat menghasilkan kekilapan sebesar 45-57,5 GU.



(a)



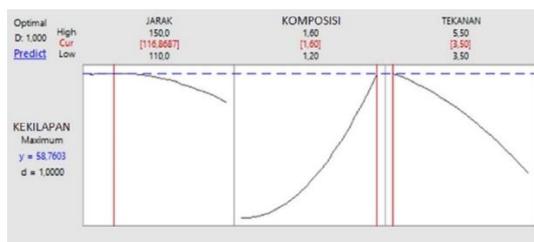
(b)

(a) Surface plot; (b) Contour plot

Gambar 11 Jarak dan tekanan terhadap kekilapan pada komposisi 1,6

Optimasi Respon

Respon yang diharapkan yaitu kekilapan yang maksimal. Persamaan model di atas dilanjutkan pengolahan data dengan perangkat lunak statistik. Gambar 12 di bawah ini akan menjelaskan tentang variasi parameter terhadap hasil kekilapan yang maksimal.



Gambar 12. Grafik variasi parameter yang menghasilkan kekilapan maksimal

Dari gambar di atas didapatkan kekilapan yang maksimal yaitu sebesar 58,76 GU dengan parameter jarak 116,86 mm, komposisi 1:1,6 dan tekanan 3,5 bar.

Pembahasan

Berdasarkan Tabel 2 dapat diperoleh nilai koefisien dari beberapa variabel bebas yang berpengaruh terhadap hasil kekilapan. Koefisien jarak mempunyai nilai negatif yaitu sebesar -0,967

yang artinya pengaruh jarak berbanding terbalik atau semakin kecil nilai jarak maka akan semakin tinggi nilai kekilapan. Pengaruh jarak telah ditunjukkan pada Gambar 11 sebelah kiri yaitu grafik pada variabel jarak mengalami penurunan, yang berarti semakin jauh jarak yang dipakai maka semakin menurun nilai kekilapannya. Hal ini disebabkan jika jarak penyemprotan jauh, maka penyemprotan tidak fokus pada satu titik. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan yang diperoleh Wijaya [1] dengan jarak yang dipakai antara 10-20 cm diperoleh nilai kekilapan tertinggi pada jarak 16 cm. Hal ini disebabkan pada penelitian tersebut menggunakan campuran cat hasil dari rekan 1 timnya, tekanan spray gun 5-6 kg/cm², kecepatan gerak spray gun 1m/detik, sudut penyemprotan 90o dan suhu pengeringan 28oC. Karena perbedaan parameter tersebut, maka hasil kekilapannya berbeda. Pada umumnya jarak penyemprotan yang terlalu dekat akan menghasilkan permukaan cat yang kurang merata dan bergelombang, bahkan jika jarak kurang dari 10 cm bisa mengakibatkan cat meleleh (runs). Jika jarak terlalu jauh akan mempengaruhi proses pengecatan yang mengakibatkan cat menjadi kasar dan kurang menempel. Hal itu diakibatkan butiran partikel cat telah mengering terlebih dahulu sebelum menempel pada media yang akan dicat.

Koefisien komposisi bernilai positif yaitu sebesar 6,592 yang artinya pengaruh komposisi berbanding lurus atau semakin besar nilai thinner terhadap cat maka semakin tinggi nilai kekilapan. Pengaruh komposisi telah ditunjukkan pada Gambar 11 sebelah tengah yaitu grafik pada variabel komposisi mengalami kenaikan, yang berarti semakin tinggi nilai thinner terhadap cat maka semakin tinggi nilai kekilapannya. Hal ini berbanding lurus dengan fungsinya sebagai pelarut, pengikatan atom dan penguapan pada proses pengeringan. Hasil penelitian ini sesuai dengan Irawan (2016) [2] dengan variasi komposisi yang digunakan 1:0,8-1:1,5, didapatkan nilai kekilapan tertinggi pada variasi komposisi 1:1,5. Perbandingan campuran yang berbeda akan mengakibatkan tingkat kekentalan pada tiap-tiap campuran yang tidak sama. Jika campuran terlalu kental, maka akan menghasilkan permukaan cat yang kasar sehingga akan menghasilkan tingkat kekilapan yang rendah [3].

Koefisien tekanan bernilai negatif yaitu sebesar -2,108 yang artinya pengaruh tekanan berbanding terbalik atau semakin tinggi nilai tekanan maka semakin menurun nilai kekilapan. Pengaruh tekanan telah ditunjukkan pada Gambar 11 sebelah kanan yaitu grafik pada variabel tekanan mengalami penurunan, yang berarti semakin tinggi tekanan maka semakin turun nilai kekilapannya. Kemungkinan penyebabnya adalah jika tekanan terlalu tinggi akan mengakibatkan penyemprotannya memudar dan cat tidak dapat

menempel dengan baik. Se jauh ini belum ada yang meneliti khusus untuk perbandingan variasi tekanan terhadap nilai kekilapan.

Pada penelitian kali ini didapatkan nilai tertinggi pada percobaan ke-10 yaitu sebesar 57,3 GU dengan variasi jarak 130 mm, komposisi 1,6 dan tekanan 3,5 bar. Sedangkan nilai terkecil pada percobaan ke-7 yaitu sebesar 35 GU dengan variasi jarak 110 mm, komposisi 1,4 dan tekanan 5,5 bar. Berdasarkan hasil tersebut, belum melampaui batas standart kekilapan yaitu 88 GU. Oleh karena itu perlu ditambahkan vernis untuk meningkatkan nilai kekilapan tersebut.

KESIMPULAN

- a. Setelah melakukan penelitian dan berbagai analisis data menggunakan metode respon permukaan, dapat disimpulkan bahwa:
- b. Variasi yang paling berpengaruh terhadap hasil kekilapan adalah komposisi thinner terhadap cat. Dengan koefisien komposisi bernilai positif sebesar 6,592, yang berarti semakin tinggi nilai thinner terhadap cat maka semakin tinggi nilai kekilapannya.
- c. Pada penelitian kali ini didapatkan nilai tertinggi yaitu 57,3 GU dengan variasi jarak 110 mm, komposisi 1,6 dan tekanan 3,5 bar. Sedangkan nilai terkecil yaitu sebesar 35 GU dengan variasi jarak 110 mm, komposisi 1,4 dan tekanan 5,5 bar.
- d. Sementara ini belum ada yang meneliti tentang variasi tekanan terhadap hasil kekilapan. Pada penelitian ini tekanan yang terbaik adalah 3,5 bar.
- e. Optimasi kekilapan dengan menggunakan Minitab didapatkan kekilapan maksimal sebesar 58,76 GU dengan parameter jarak 116,86 mm, komposisi 1:1,6 dan tekanan 3,5 bar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. S. R. Wijaya, "Pengaruh jarak penyemprotan spray gun terhadap keoptimalan hasil pengecatan," *JTM*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [2] D. A. Irawan, "Pengaruh jarak penyemprotan spray gun dan perbandingan campuran cat dengan thinner terhadap kualitas hasil pengecatan," *JTM*, vol. 4, no. 3, 2016.
- [3] B. K. Hermianto and F. Y. Utama, "Pengaruh Drying Process terhadap Finishing Top Coat pada Pengecatan Komponen Bodi Kendaraan Bermotor," *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 215–224, 2018.
- [4] A. Khasib, "Pengaruh Variasi Penggunaan Thinner Pada Campuran Cat Terhadap Kualitas Hasil Pengecatan," *J. Pendidik. Tek. Mesin UNESA*, vol. 6, no. 01, p. 250865, 2017.
- [5] D. A. Tyagita, A. W. Pratama, and D. B. Aprianto, "Variasi kadar tiner dan temperatur pengeringan terhadap kualitas hasil pengecatan bodi kendaraan berbahan ABS," *J-Proteksion*, vol. 4, no. 1, pp. 11–15, 2019.
- [6] M. N. Islam and A. Pramanik, "Comparison of Design of Experiments via Traditional and Taguchi Method," *J. Adv. Manuf. Syst.*, vol. 15, no. 3, pp. 151–160, 2016.
- [7] J. P. C. Kleijnen, "Response surface methodology," in *International Series in Operations Research and Management Science*, vol. 216, 2015.
- [8] M. Darsin, Y. Hermawan, and T. Kristiyantoro, "Optimization of Cycle Time by Response Surface Method in Manufacturing Chamomile 120 ml Bottle Using Blow Molding Process," in *Proceeding of the 11th International Conference on QiR (Quality in Research)*, 2009.
- [9] S. K. Shihab, Z. A. Khan, A. Mohammad, and A. N. Siddiqueed, "RSM based Study of Cutting Temperature During Hard Turning with Multilayer Coated Carbide Insert," *Procedia Mater. Sci.*, vol. 6, pp. 1233–1242, 2014.
- [10] A. K. M. N. Amin, S. A. Sulaiman, and M. D. Arif, "Development of Mathematical Model for Chip Serration Frequency in Turning of Stainless Steel 304 using RSM," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 219, pp. 2206–2209, 2012.