

## OPTIMASI VARIASI DIAMETER NOZZLE, TEKANAN UDARA, DAN SUHU PENGERINGAN PADA PELAPISAN BAJA St37 MENGGUNAKAN METODE RESPONSE SURFACE

**Tri Surya Hutama**

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Jember  
Email: tamalinepc@gmail.com

**Mahros Darsin**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Jember  
mahros.teknik@unej.ac.id

**Santoso Mulyadi**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Jember  
mahros.teknik@unej.ac.id

### ABSTRAK

Pengecatan adalah proses pelapisan yang diterapkan pada permukaan suatu benda. Tujuan dari pengecatan ada dua, yaitu protektif dan dekoratif. Dari segi protektif cat dapat dinilai dari ketebalan dan jika dari dekoratif cat dapat dilihat dari segi kekilapan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari kombinasi parameter yang dapat menghasilkan ketebalan yang maksimum. Desain eksperimen yang digunakan adalah *Response Surface Method (Box-Behnken design)*, 15 eksperimen dengan masing-masing 3 kali pengulangan. Kombinasi parameter dan level yang digunakan yaitu diameter *nozzle* (1.2mm, 1.3mm, dan 1.4mm), tekanan udara (2bar, 3bar, dan 4bar), dan suhu pengeringan (65°C, 70°C, 75°C). Metode pengecatan menggunakan *spray painting* dengan 3 kali pelapisan dengan jarak 15cm. Setelah melalui proses pengeringan spesimen diuji menggunakan alat ukur *thickness gauge* yang memiliki spesifikasi rentang pengukuran 0-1250µm/0-50mil dengan akurasi ±2.5µm. Data hasil pengukuran ketebalan diolah menggunakan software Minitab 18 dan didapatkan persamaan order kedua hubungan antara ketebalan dan parameter pengecatan dinyatakan sebagai  $\hat{Y}_k = 105.61 - 2.522 X_1 - 7.616 X_2 - 7.744 X_3 - 2.9 X_1^2 - 1.82 X_2^2 - 3.91 X_3^2 + 1.94 X_1 X_2 + 1.64 X_1 X_3 - 3.66 X_2 X_3$ ; dengan  $X_1$ ,  $X_2$  dan  $X_3$  merujuk ke parameter diameter *nozzle*, tekanan penyemprotan dan suhu pengeringan. Faktor yang berpengaruh dari ketiga variasi adalah suhu pengeringan dengan nilai koefisien square sebesar 3.91, p-value  $\beta_1(0.000)$  dan p-value  $\beta_2(0.018)$ . Dari penggunaan *Response Surface Method (Box-Behnken design)* didapatkan hasil ketebalan yang maksimum yaitu 112,472µm dengan kombinasi parameter diameter *nozzle* 1,25mm, tekanan 2bar dan suhu pengeringan 67,32 °C.

**Kata kunci:** pengecatan; *thickness*; *response surface methodology*; *box-behnken design*.

### ABSTRACT

*Painting is a coating process that is applied to the surface of an object. The purpose of painting is for protection and decoration. In terms of protection, paint can be assessed its thickness. While for decorative, paint can be seen measured in terms of glossiness. The paper concerns on study to determine a combination of parameters that can produce maximum thickness. The Box-Behnken design of Response Surface Method was employed for designing the experimental. The combination of parameters and levels used are the nozzle diameter (1.2mm, 1.3mm and 1.4mm), air pressure (2bar, 3bar, and 4bar), and drying temperature (65°C, 70°C, 75°C). Painting method using spray painting with 3 coatings with a distance of 15cm. Prior to thickness measurement, the specimens were heated at an oven for drying. A thickness gauge which have measurement range of 0-1250µm and accuracy of ± 2.5µm was used for measuring the specimen's thickness. The data was then processed using Minitab 18 software. A generated second order equation of the relationship between thickness and paint parameters as  $\hat{Y}_k = 105.61 - 2.522 X_1 - 7.616 X_2 - 7.744 X_3 - 2.9 X_1^2 - 1.82 X_2^2 - 3.91 X_3^2 + 1.94 X_1 X_2 + 1.64 X_1 X_3 - 3.66 X_2 X_3$ ; with  $X_1$ ,  $X_2$  and  $X_3$  refer to the parameters of the nozzle diameter, spraying pressure and drying temperature. The factors that influence the thickness by order are drying temperature, spraying pressure and nozzle diameter. The*

possible maximum thickness results were 112.472 $\mu$ m with a combination of 1.3mm nozzle diameter parameters, 2bar pressure and drying temperature of 67.3 °C.

**Keywords:** *painting; thickness; response surface methodology; box-behnken design.*

## 1. PENDAHULUAN

Cat adalah produk yang dipergunakan pada badan kendaraan (mobil) mempunyai fungsi utama yaitu sebagai protektif dan dekoratif. Dari segi protektif cat dapat dinilai dari ketebalan dan jika dari dekoratif cat dapat dilihat dari segi kekilapan. Hasil pengecatan yang baik dilihat dari tingkat ketebalan catnya, semakin tebal cat maka semakin baik perlindungan yang diberikan pada badan kendaraan yang terlapisi. Ada beberapa indikator yang dapat digunakan untuk menilai kekuatan dan kualitas cat; diantaranya daya lekat cat, daya tahan cat terhadap perubahan cuaca, ketahanan perlindungan lapisan cat terhadap korosi [1].

Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi tingkat ketebalan antara lain diameter *nozzle spray gun*, tekanan udara, komposisi pencampuran cat, jarak penyemprotan, tekanan *spray gun*, dan suhu pengeringan pada hasil pengecatan. Faktor yang pertama adalah variasi diameter *nozzle*. Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa diameter yang terlalu besar menyebabkan tekanan (*pressure*) mengecil sedangkan diameter yang kecil dapat menghasilkan hambatan aliran. Diameter *nozzle spray gun* yang paling efisien adalah 1,5mm dan nilai ketebalan yang dihasilkan sebesar 98.8 $\mu$ m [2].

Faktor berikutnya yang berpengaruh pada hasil ketebalan cat adalah tekanan udara *spray gun*. Ketebalan *coating* yang optimum yaitu sebesar 109.3  $\mu$ m dengan kombinasi parameter jarak 20cm dan tekanan 7 bar [3].

Faktor lain yang berpengaruh pada hasil ketebalan pengecatan adalah suhu pengeringan dan komposisi campuran cat terhadap thinner. Cat setebal 104.26  $\mu$ m pada parameter komposisi 76.2ml: 23ml, jarak pengecatan 9.8cm suhu pengeringan 56.68°C [4].

Setelah mengamati dan mempelajari penelitian sebelumnya, penulis mencoba mengangkat suatu penelitian dengan mengkombinasikan parameter penelitian yang belum dilakukan sebelumnya. Kombinasi-kombinasi tersebut diantaranya yaitu diameter *nozzle*, tekanan *spray gun*, dan suhu pengeringan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah material pelat baja St37, dengan ukuran panjang 100mm, lebar 50mm, dan tebal 1 mm. Alat cat menggunakan tipe semprot dengan kekuatan kompresor. Ujung penyemprot berupa *spray gun* dengan *nozzle* yang dapat diganti atau divariasikan diameternya. Bahan campuran cat adalah primer epoxy dan primer thinner. Alasan penggunaan pelat dan bahan cat yang dipilih adalah untuk mendekati keadaan nyata bahan pelat bodi mobil dan bahan pengecatnya.

Setelah pengecatan pelat dimasukkan ke oven untuk pengeringan. Suhu pengeringan dan waktu pengovenan dapat diatur. Pengukuran ketebalan dengan alat gauge thickness spesifikasi rentang pengukuran 0-1250 $\mu$ m/0-50mil dengan akurasi  $\pm 2.5\mu$ m.

Ada tiga parameter yang digunakan dalam percobaan ini yaitu diameter *nozzle*, tekanan udara penyemprotan, dan suhu pengeringan, dengan masing-masing ada tiga level pengaturan. Pengaturan level ditunjukkan pada Tabel 1 sesuai desain Box-Behnken [5].

**Tabel 1. Variabel proses penelitian**

<i>Faktor</i>	<i>Level bawah</i>	<i>Level menengah</i>	<i>Level atas</i>
<i>Kode</i>	-1	0	+1
<i>Nozzle (mm)</i>	1.2	1.3	1.4
<i>Tekanan (bar)</i>	2	3	4
<i>Suhu (°C)</i>	65	70	75

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil nilai pengujian nilai *ketebalan* dapat dilihat pada Tabel 2. Selanjutnya data hasil rata-rata ketebalan lapisan cat diolah menggunakan *software* Minitab 18.

**Tabel 2. Data hasil pengujian ketebalan lapisan cat**

Level Parameter			Ketebalan Lapisan Cat ( $\mu\text{m}$ )			Rata rata ( $\mu\text{m}$ )
Diameter (mm)	Tekanan (Bar)	Suhu Pengeringan ( $^{\circ}\text{C}$ )	1	2	3	
1.2	2	70	109.4	106.8	108.8	108.33
1.4	2	70	111.7	107.8	108.6	109.36
1.2	4	70	87.1	89.2	89.3	88.53
1.4	4	70	96.3	97.5	98.2	97.33
1.2	3	65	106.2	108.3	107.3	107.26
1.4	3	65	109.5	109.3	108.7	109.16
1.2	3	75	85.7	87.3	82.5	85.16
1.4	3	75	92.4	92.8	95.7	93.61
1.3	2	65	110.2	107.3	111.2	109.56
1.3	4	65	104.6	101.6	100.8	102.33
1.3	2	75	103.6	105.2	105.4	104.73
1.3	4	75	82.6	84.8	81.2	82.86
1.3	3	70	104.8	107.7	104.7	105.73
1.3	3	70	104.4	105.7	105.9	105.33
1.3	3	70	103.8	105.8	107.7	105.76

### 3.1 Analisis Data Ketebalan Lapisan Cat

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data ketebalan lapisan cat yaitu dengan melakukan (i) pembentukan model, (ii) pengujian kesesuaian model, dan (iii) pengujian residual. Pembentukan model merupakan hasil dari pengolahan data percobaan dan mendapatkan prakiraan regresi untuk ketebalan cat atau “*estimated regression coefficient for thickness*” berupa Tabel 3 Dari tabel ini dirumuskan model persamaannya. Pengujian kesesuaian model ini terdiri dari beberapa pengujian yaitu pengujian (i) *lack of fit*, (ii) pengujian parameter serentak, dan (iii) pengujian  $R^2$ . Adapun langkah terakhir yang harus dilakukan yaitu pengujian residual yang pula terdiri dari (i) pengujian identik, (ii) pengujian independent, dan (iii) pengujian distribusi normal.

**Tabel 3. Koefisien regresi model penduga**

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	105.61	1.25	84.63	0.000
Diameter ( $X_1$ )	2.522	0.764	3.30	0.021
Tekanan ( $X_2$ )	-7.616	0.764	-9.97	0.000
Suhu Pengeringan ( $X_3$ )	-7.744	0.764	-10.13	0.000
Diameter*Diameter ( $X_1$ )*( $X_1$ )	-2.9	1.12	-2.57	0.050
Tekanan*Tekanan ( $X_2$ )*( $X_2$ )	-1.82	1.12	-1.62	0.166
Suhu pengeringan*Suhu pengeringan ( $X_3$ )*( $X_3$ )	-3.91	1.12	-3.48	0.018
Diameter*Tekanan ( $X_1$ )*( $X_2$ )	1.94	1.08	1.80	1.132
Diameter*Suhu pengeringan( $X_1$ )*( $X_3$ )	1.64	1.08	1.52	0.190
Tekanan*Suhu pengeringan ( $X_2$ )*( $X_3$ )	-3.66	1.08	-3.39	0.020
<b>S</b>	<b>2.16141</b>			
<b>R-sq</b>	<b>98.03%</b>			

Model persamaan orde kedua diambil dari nilai Table 3 kolom pertama seperti pada persamaan 1. Dari sini nyata bahwa yang paling berpengaruh yaitu suhu pengeringan dengan nilai koefisien yaitu sebesar 7.744.

$$\hat{Y}_k = 105.61 - 2.522 X_1 - 7.616 X_2 - 7.744 X_3 - 2.9 X_1^2 - 1.82 X_2^2 - 3.91 X_3^2 + 1.94 X_1 X_2 + 1.64 X_1 X_3 - 3.66 X_2 X_3 \quad (1)$$

### 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*

Tujuan dari uji *lack of fit* ini yaitu untuk mengetahui kesesuaian model yang telah dihasilkan. Adapun hipotesis yang digunakan pada pengujian *lack of fit* adalah sebagai berikut:

- 1)  $H_0$  = tidak ada *lack of fit* dalam model
- 2)  $H_1$  = ada *lack of fit* dalam model

Daerah penolakan pada pengujian *lack of fit* ini adalah hipotesis awal ( $H_0$ ) akan ditolak bila *p-value* kurang dari  $\alpha$  (0.05). Adapaun sebaliknya, hipotesis awal akan diterima apabila *p-value* melebihi nilai  $\alpha$  (0,05). Pemeriksaan kesesuaian model dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan bahwa nilai *p-value* uji *lack of fit* sebesar 0.896. Dapat disimpulkan *p-value* uji *lack of fit* lebih dari (0.05) sehingga dapat dinyatakan model tidak mengandung *lack of fit* atau model yang didapatkan telah sesuai.

**Tabel 4. Analysis of Variance untuk ketebalan lapisan cat**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Regression</b>	9	1162.32	129.146	27.64	0.001
<b>Linear (<math>\beta_1</math>)</b>	3	994.69	331.562	70.97	0.000
<b>Diameter (x1)</b>	1	50.9	50.904	10.90	0.021
<b>Tekanan (x2)</b>	1	464.06	464.058	99.33	0.000
<b>suhu pengeringan (x3)</b>	1	479.73	479.725	102.69	0.000
<b>Square (<math>\beta_2</math>)</b>	3	88.23	29.409	6.30	0.038
<b>diameter*diameter (x1)*(x1)</b>	1	30.96	30.963	6.63	0.05
<b>tekanan*tekanan(x2)*(x2)</b>	1	12.28	12.275	2.63	0.166
<b>suhu pengeringan*suhu pengeringan (x3)*(x3)</b>	1	56.54	56.545	12.1	0.018
<b>2-Way Interaction</b>	3	79.4	26.467	5.67	0.046
<b>diameter*tekanan(x1)*(x2)</b>	1	15.09	15.093	3.23	0.132
<b>diameter*suhu pengeringan (x1)*(x3)</b>	1	10.73	10.726	2.3	0.19
<b>tekanan*suhu pengeringan(x2)*(x3)</b>	1	53.58	53.582	11.47	0.02
<b>Error</b>	5	23.36	4.672		
<b>Lack-of-Fit</b>	3	23.24	7.748	134.43	0.896
<b>Pure Error</b>	2	0.12	0.058		
<b>Total</b>	14	1185.67			

b. Uji Parameter Serentak

Daerah penolakan yaitu jika *p-value* lebih dari  $\alpha$  (0.05) [6]. Analisis statistik *p-value* akan digunakan untuk mengevaluasi output uji parameter serentak dengan nilai toleransi sebesar  $\alpha$  (0.05). Pemeriksaan dilakukan pada 2 regresi, yaitu linier ( $\beta_1$ ) dan kuadrat ( $\beta_2$ ). Tabel 4 menunjukkan nilai *p-value* untuk linier ( $\beta_1$ ) sebesar 0.000 yang berarti lebih kecil dari 0.05. Sedangkan nilai *p-value* yang didapat untuk kuadrat ( $\beta_2$ ) sebesar 0.038 yang berarti lebih kecil dari nilai toleransi 0.05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan variabel  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  memberikan kontribusi yang nyata terhadap model yang terbentuk.

c. Pengujian Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

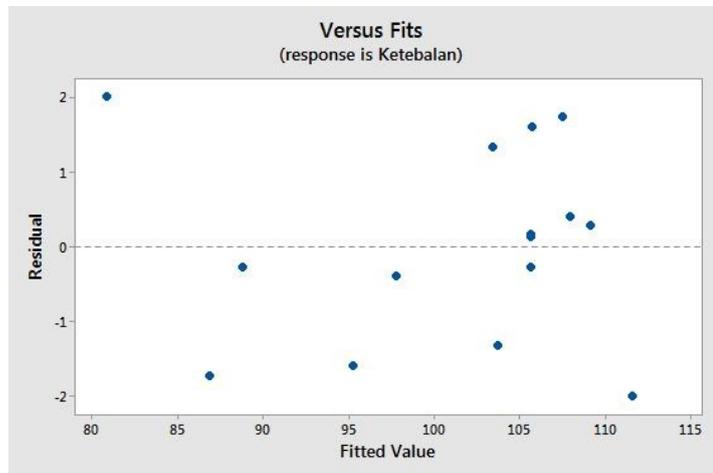
Nilai koefisien determinasi terletak antara  $0 < R^2 < 1$ . Apabila semakin besar nilai  $R^2$  yang diperoleh maka akan semakin besar pengaruh variabel-variabel X terhadap variabel Y. Oleh karena itu untuk mendapatkan model yang baik nilai  $R^2$  diharapkan mendekati 1. Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai  $R^2$  atau R-sq untuk ketebalan lapisan cat adalah 98.03%. Dari nilai  $R^2$  yang didapatkan disimpulkan bahwa 98.03% mendekati 1 sehingga dapat dinyatakan variabel-variabel X (proses) berpengaruh terhadap variabel Y (respon).

### 3.3 Pengujian Residual

Pengujian residual perlu dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah residual memenuhi asumsi *normally* dan *independently distributed*. Pengujian residual terdiri dari beberapa pengujian sebagai berikut:

a. Uji Identik

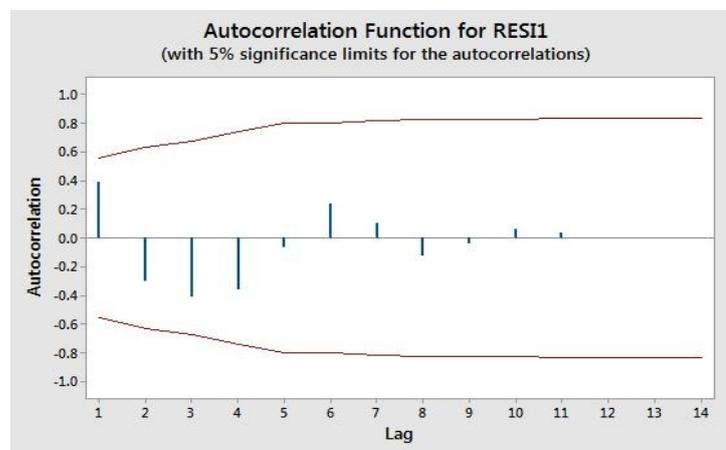
Pada Gambar 1 di bawah ini menunjukkan bahwa plot residual *versus fitted values* untuk nilai residualnya tersebar secara acak di sekitar harga nol dan tidak membentuk pola-pola tertentu seperti lembah dan bukit atau garis lurus. Sehingga dari gambar tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa asumsi bersifat identik terpenuhi.



**Gambar 1. Plot Residual Versus Fitted Values untuk Ketebalan Lapisan Cat**

b. Uji Independen

Pada Gambar 2 menunjukkan plot Autocorrelation Function (ACF) menyatakan semua korelasi berada pada interval  $\pm \frac{2}{\sqrt{n}}$ , dimana n adalah banyaknya jumlah pengamatan = 15. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa tidak ada korelasi antara pengamatan yang berarti, sehingga uji independen terpenuhi.

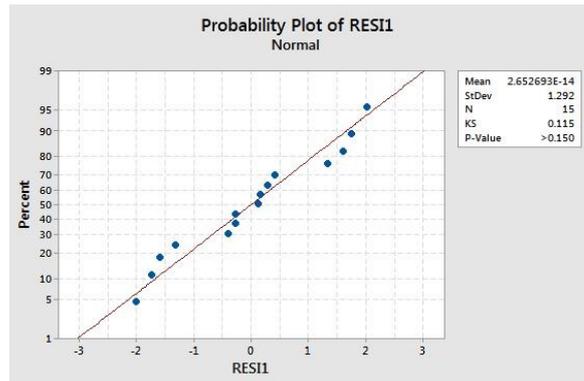


**Gambar 2. Plot Autocorrelation Function untuk Ketebalan Lapisan Cat**

c. Uji Distribusi Normal

Pengujian residual yang terakhir yaitu asumsi residual harus berdistribusi normal dengan melihat *probability plot*. Dari hasil yang didapat dikatakan bahwa residual berdistribusi normal karena plot mendekati garis lurus seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Uji distribusi normal dilakukan berdasarkan uji Kolmogorov Smirnov lebih besar dari  $\alpha$  (0.05)  $K_s$  Tabel = terpenuhi [7]. Yaitu dari kurva uji kenormalan residual dapat diketahui bahwa nilai statistik Kolmogorov Smirnov adalah 0.115 atau kurang dari nilai statistik Kolmogorov Smirnov dengan jumlah pengamatan  $n = 15$  dan  $\alpha$  (0.05) yaitu 0.338 (lihat Tabel uji Kolmogorov Smirnov). Kesimpulannya, data terdistribusi secara normal, sehingga asumsi kenormalan model regresi yang telah dibuat telah terpenuhi dan dapat digunakan.

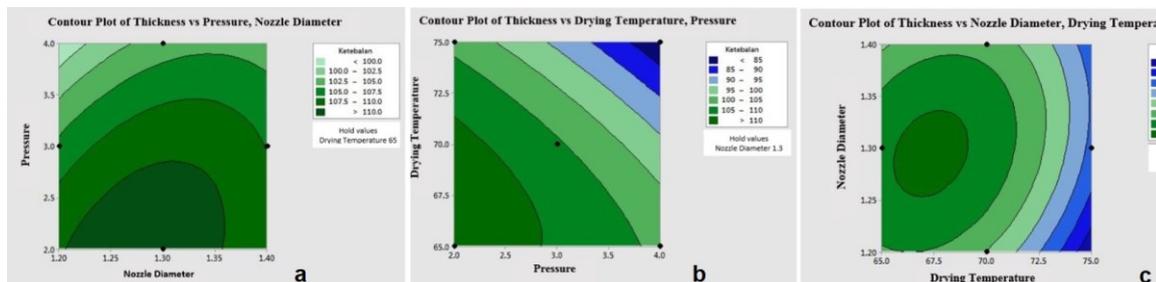


Gambar 3. Plot probability untuk Ketebalan Lapisan Cat

### 3.4 Analisis Contour Response Surface

Gambar 4, 5, dan 6 merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara tingkat ketebalan lapisan cat yang didapatkan dengan variabel bebas. Gambar diperoleh dengan memvariasi dua parameter sementara satu parameter sisanya dianggap konstan pada nilai tengahnya.

Gambar 4-a menunjukkan bahwa nilai ketebalan lapisan cat maksimum 110 $\mu$ m didapatkan pada saat diameter *nozzle* udara berada pada level 1.20 – 1.35 mm dengan variasi parameter tekanan berada di antara 2.0 bar – 2.5 bar pada suhu pengeringan 65 $^{\circ}$ C. Kombinasi lain yang menghasilkan ketebalan maksimum pada saat diameter constant 1.3 mm suhu pengeringan berada diantara 65.0 $^{\circ}$ C – 70.0 $^{\circ}$ C dan tekanan udara berada pada 2.0 bar – 3.0 bar. Pada kombinasi ini, nilai ketebalan lapisan cat mencapai 110  $\mu$ m (Gambar 4-b) yang disimbolkan dengan kontur seperempat lingkaran dengan warna hijau tua. Nilai ketebalan tertinggi mencapai 112  $\mu$ m tercapai pada kombinasi suhu pengeringan di antara 65.0 $^{\circ}$ C – 70.0 $^{\circ}$ C dan diameter berada diantara 1.25 mm – 1.35 mm, pada tekanan konstan 2 bar (Gambar 4-c).



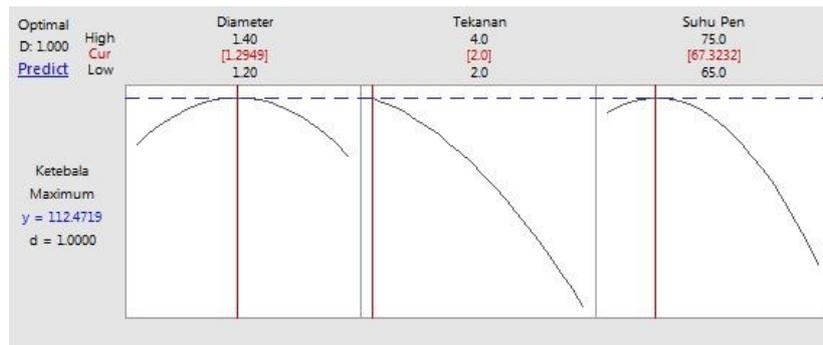
Gambar. Contour Plot pada Berbagai Variasi Parameter

### 3.5 Optimasi Respon

Untuk mencari kombinasi level-level variabel proses yang dapat menghasilkan respon yang optimum (target, minimum, dan maksimum) maka digunakan metode *response surface* dengan pendekatan fungsi desirability. Pada solusi global diperoleh kombinasi dari variabel proses yang menghasilkan ketebalan maksimum 112.4719  $\mu$ m yaitu dengan diameter *nozzle* 1.2949 mm, tekanan 2 bar, dan suhu pengeringan 67.3232 $^{\circ}$ C seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 5. Nilai-nilai parameter kemudian disesuaikan dengan kondisi nyata yang ada; seperti diameter *nozzle* hanya dapat didekati dengan 1.3 mm. sementara suhu oven hanya dapat diatur dalam satu digit di belanag koma sehingga dipilih suhu oven 67.3 $^{\circ}$ C.

Tabel 5. Nilai *global solution* dari pendekatan fungsi desirability untuk ketebalan lapisan cat

<i>Global Solution</i>	
Diameter nozzle	= 1,249
Tekanan	= 2,0
Suhu Pengeringan	= 67,3232
<i>Predicted Response</i>	
Ketebalan Lapisan Cat	= 112,4719 , desirability = 1,000



Gambar 5. Grafik Kombinasi Variabel-Variabel Proses yang Menghasilkan Respon Optimum

### 3.6 Pembahasan

Ketiga variabel proses mempunyai pengaruh terhadap ketebalan lapisan cat. Dari ketiga variabel proses tersebut akan dibahas satu per satu mulai dari diameter *nozzle*, tekanan, kemudian suhu pengeringan.

a. Diameter *Nozzle*

Semakin besar diameter *nozzle* maka ketebalan lapisan cat semakin menurun karena dengan menggunakan diameter *nozzle* yang besar dapat menyebabkan daya sebar cat menjadi lebih luas sehingga volume cat yang menempel ke spesimen menjadi sedikit dan jika diuji menggunakan *thickness gauge* hasil ketebalan cat menjadi kecil. Sedangkan dengan menggunakan diameter *nozzle* kecil hasil ketebalan cat yang dihasilkan adalah lebih tebal dikarenakan daya sebar yang dihasilkan lebih mengecil/merapat dibandingkan dengan diameter. Pada penelitian ini nilai ketebalan yang paling maximum dihasilkan pada diameter *nozzle* 1.3mm menghasilkan nilai ketebalan 109.56 $\mu$ m. Sedangkan pada penelitian sebelumnya hasil ketebalan optimum yang dihasilkan menggunakan diameter *nozzle* 1.5mm menghasilkan nilai ketebalan lapisan cat sebesar 98.8 $\mu$ m [2].

b. Tekanan

Semakin besar tekanan maka hasil ketebalan lapisan cat akan semakin menurun. Dengan menggunakan variasi tekanan yang besar menyebabkan hasil catnya menjadi meleleh (*runs*) sehingga cat yang menempel ke spesimen tidak sempurna.

c. Suhu Pengeringan

Semakin besar suhu pengeringan maka semakin kecil nilai ketebalan lapisan cat semakin tipis. Karena dengan suhu yang terlalu tinggi cat yang dikeringkan menguap terlalu banyak dan menyebabkan ketebalan lapisan cat menjadi berkurang. Dari penelitian ini nilai suhu pengeringan yang paling baik adalah pada suhu 65 $^{\circ}$ C menghasilkan nilai ketebalan maksimum sebesar 109.56 $\mu$ m. Hasil ini sedikit lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya hanya mencapai 104.2 $\mu$ m pada suhu 55 $^{\circ}$ C [4].

## 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

- Semakin besar diameter *nozzle* maka ketebalan lapisan cat semakin menurun. Karena dengan menggunakan diameter *nozzle* yang besar menyebabkan daya sebar cat menjadi lebih luas sehingga volume cat yang menempel ke spesimen menjadi sedikit.
- Semakin besar suhu pengeringan maka nilai ketebalan lapisan cat semakin tipis. Karena dengan suhu yang terlalu tinggi cat yang dikeringkan menjadi menguap terlalu banyak menyebabkan ketebalan lapisan cat menjadi berkurang.
- Hasil penelitian didapatkan bahwa kondisi yang menghasilkan nilai ketebalan tertinggi dengan parameter diameter 1.3mm, dipadukan dengan parameter tekanan sebesar 3 bar, dan diatur dengan suhu sebesar 65 $^{\circ}$ C pada percobaan ke 9 dengan menghasilkan ketebalan cat sebesar 109.56 $\mu$ m, sedangkan penelitian dengan kondisi yang menghasilkan nilai ketebalan terendah adalah pada percobaan ke 12 menghasilkan ketebalan 82.86 $\mu$ m dengan variasi diameter sebesar 1.3mm, dipadukan dengan variasi tekanan sebesar 4 bar, dan diatur dengan suhu sebesar 75 $^{\circ}$ C.
- Hasil perhitungan dan analisis data hasil penelitian menggunakan *software* Minitab 18 menggunakan metode *response surface* didapat ketebalan lapisan cat yang maksimum yaitu

sebesar 112.47 $\mu$ m, menggunakan diameter *nozzle* sebesar 1.3mm, tekanan 2bar, dan suhu pengeringan 67.3°C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. M. Noor and E. Tarmedi, "Pengaruh pelapisan ketebalan lapisan terhadap daya lekat cat," *J. Torsi*, vol. 11, no. 1, pp. 1–5, 2013.
- [2] Y. Kristanto, G. Rubiono, and H. Mujianto, "Pengaruh Diameter Nossel Spraygun Terhadap Efisiensi Pengecatan Psychoacoustic and physiological characteristic of sound and music View project Fluid Mechanic Visualization and Analysis View project," *J. V-Mac*, vol. 2, no. 1, pp. 5–8, 2017.
- [3] M. F. Dzikriansyah, "Analisa pengaruh jarak *nozzle* dan tekanan udara pada pelapisan dengan metode air spray terhadap sifat magnetik komposit barium heksaferrit polianilin," Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya Indonesia, 2017.
- [4] A. S. A. Nugroho, "Analisis Parameter Pelapisan Baja Karbon Rendah (St37) dengan Metode Respon Permukaan (MRP)," University of Jember, 2017.
- [5] D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 8th ed. Arizona: John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [6] M. Gibran, "Optimasi waktu siklus produksi kemasan produk 50 ml pada proses blow moulding dengan metode respon permukaan," *J. Rotor*, vol. 9, no. 1, pp. 35–39, 2016.
- [7] R. A. Pratama and S. Kromodiharjo, "Studi eksperimen pengaruh tebal cat dan kekasaran pada pelat baja karbon rendah terhadap kerekatan cat dan biaya proses di PT. Swadaya G raha," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 311–315, 2016.