

Perancangan Parameter Proses *Hot Print Emboss* Yang Optimal Dengan Menggunakan Metode Taguchi Di Industri Rumah Tangga Lilin Kilin

Sri Rahayu¹, Pram Eliyah Yuliana²

Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya^{1,2}
rahayu@stts.edu¹

Abstrak— Lilin Kilin merupakan industri rumah tangga yang memproduksi lilin dengan berbagai bentuk dan ukuran serta memproduksi stiker untuk ditempelkan pada lilin hasil produksinya. Pencetakan stiker ini menggunakan mesin *hot print emboss*. Mesin *Hot Print Emboss* merupakan mesin yang digunakan untuk memberikan bentuk timbul maupun cekung dan juga efek warna emas atau silver dengan menggunakan foil khusus dalam produk stiker. Proses pencetakan stiker ini seringkali menghasilkan stiker yang cacat, seperti tidak menempel dengan sempurna atau bahkan tidak menempel sama sekali. Penyebab hasil tidak sempurna ini bisa berasal dari faktor yang bisa dikendalikan dan juga faktor yang tidak bisa dikendalikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi parameter yang optimal dalam proses mencetak stiker sehingga menghasilkan produk stiker sesuai dengan yang diinginkan, yaitu menempel dengan sempurna dengan metode Taguchi. Parameter yang digunakan adalah empat faktor terkendali yaitu suhu, waktu, ketebalan cetakan dan tekanan serta dua faktor tidak terkendali (*noise factor*) yaitu operator dan jenis foil. Dari penelitian ini didapat kombinasi optimal untuk menghasilkan stiker yang baik adalah pada suhu 175°C, waktu 90 detik, ketebalan cetakan 0,4 cm dan tekanan 15 kg. Persentase kontribusi terbesar terdapat pada kombinasi faktor suhu dan tekanan, yaitu sebesar 44%. Setelah dilakukan eksperimen konfirmasi didapat jumlah kecacatan berkurang sebanyak 47% dengan jumlah kecacatan awal yaitu 182 lembar menjadi 98 lembar.

Kata kunci —Faktor noise, faktor terkendali, , kombinasi parameter, Taguchi

Abstract— Lilin Kilin is a home industry that produces candles of various shapes and sizes and produces stickers to be attached to the candles it produces. This sticker printing uses a hot print emboss machine. The Hot Print Emboss machine is a machine used to provide embossed or concave shapes as well as gold or silver color effects by using special foil in sticker products. This sticker printing process often produces defective stickers, such as not sticking perfectly or even not sticking at all. The causes of imperfect results can come from factors that can be controlled and also factors that cannot be controlled. This research aims to determine the optimal combination of parameters in the sticker printing process so as to produce sticker products according to the desired ones, namely sticking perfectly using the Taguchi method. The parameters used are four controlled factors, namely temperature, time, mold thickness and pressure, as well as two uncontrolled factors (noise factors), namely the operator and the type of foil. From this research, it was found that the optimal combination to produce good stickers was at a temperature of 175°C, a time of 90 seconds, a mold thickness of 0.4 cm and a pressure of 15 kg. The largest percentage contribution is found in the combination of temperature and pressure factors, namely 44%. After carrying out confirmation experiments, it was found that the number of defects was reduced by 47% with the initial number of defects being 182 sheets to 96 sheets.

Keywords— Controllable factor, noise factor, parameter combination, Taguchi

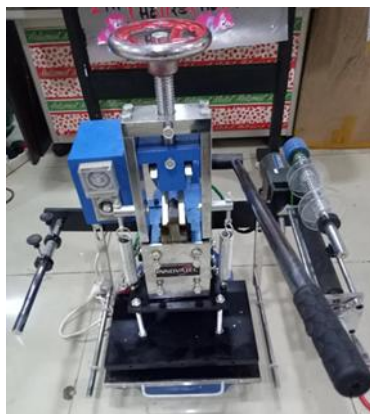
I. PENDAHULUAN

Permasalahan kualitas masih menjadi permasalahan yang serius untuk industri rumah tangga yang mengerjakan proses produksi secara manual. Lilin KILLIN merupakan Industri Rumah Tangga (IRT) yang bergerak dalam

bidang produksi lilin yang berlokasi di Surabaya. Produk yang di hasilkan berupa lilin dengan berbagai macam bentuk dan ukuran selain itu lilin killin juga memproduksi sendiri stiker untuk ditempelkan pada lilin produksinya. Mesin *Hot Print Emboss* merupakan mesin yang digunakan

untuk memberikan bentuk timbul maupun cekung kedalam pada suatu produk. Mesin ini pada umumnya di gunakan oleh kalangan industri percetakan untuk memberikan efek warna emas, silver, atau sejenisnya dengan menggunakan foil khusus yang dapat diaplikasikan pada permukaan kertas, karton, kartu nama dan lainnya. Emboss merupakan sebuah proses akhir setelah pencetakan yang dapat memberikan hasil cetakan yang timbul keluar.

Mesin *Hot Print emboss* yang digunakan di IRT Lilin Kilin bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Mesin *Hot Print emboss*

Selain menggunakan mesin *Hot Print emboss* proses pencetakan stiker juga memerlukan klise atau cetakan untuk membuat stiker sesuai dengan kebutuhan. Dalam penelitian ini digunakan klise atau cetakan yang berbentuk tulisan dengan ukuran panjang 13,5 centimeter dan lebar 4 centimeter setiap tulisannya, cetakan ini berisi dua tulisan setiap pencetakannya atau dapat dikatakan sepasang setiap pencetakannya. Gambar 2 dibawah ini adalah cetakan yang akan dipakai dalam penelitian ini.



Gambar 2. Cetakan

Karena tidak adanya parameter yang tepat dalam proses pencetakan stiker ini maka banyak output yang dihasilkan mengalami kegagalan atau kerusakan, seperti tidak menempel dengan sempurna atau bahkan tidak menempel sama sekali. Kerusakan yang dihasilkan mencapai 1%-2% setiap proses pencetakannya sehingga hal tersebut mengakibatkan banyaknya bahan baku yang terbuang secara sia-sia. Oleh karena itu dibutuhkan perancangan untuk mendapatkan parameter yang sesuai agar menghasilkan stiker yang sempurna dan meminimalisir kerusakan stiker. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi parameter yang tepat untuk menghasilkan output yang tingkat kerusakannya minimal.

Dalam perancangan yang dilakukan terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam pencetakan stiker yang akan dibuat, faktor-faktor tersebut diketahui berdasarkan pengamatan pada proses pembuatan stiker sebelumnya. Terdapat faktor internal yang dapat dikendalikan dan eksternal yang tidak dapat dikendalikan atau bisa disebut sebagai noise. Setelah dilakukan indentifikasi dan pengamatan maka didapatkan 4 faktor internal yang dapat dikendalikan, yaitu suhu, waktu, ketebalan cetakan dan tekanan dan 2 faktor noise, yaitu faktor operator dan jenis foil dengan masing-masing faktor berlevel 2.

Metode Taguchi berperan untuk membantu menentukan bagaimana kombinasi yang tepat pada parameter yang digunakan agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan perancangan. Perancangan kombinasi parameter dilakukan berdasarkan *Orthogonal Array* yang ada di dalam metode Taguchi sebagai acuan untuk melakukan eksperimen, sehingga dalam melakukan uji coba perancangan parameter, dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien

II. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah Perancangan parameter yang dikembangkan oleh Taguchi yang menggunakan dasar perancangan tangguh atau *robust* (Ross, 1996).

A. Perumusan masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana kombinasi parameter yang optimal pada mesin hot print emboss untuk meminimalkan jumlah kerusakan cetakan stiker yang dihasilkan.

B. Tujuan eksperimen

Tujuan yang ingin dicapai untuk menentukan bagaimana kombinasi parameter yang optimal pada mesin hot print emboss untuk meminimalkan jumlah kerusakan cetakan stiker yang dihasilkan.

C. Memilih karakteristik kualitas (Variabel Tak Bebas)

Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam penelitian ini karakteristik kualitasnya adalah stiker menempel dengan sempurna. Sehingga bila ada stiker yang tidak menempel atau menempel sebagian bisa dikatakan sebagai rusak atau cacat.

D. Memilih faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas (Variabel Bebas)

Variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor-faktor yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Dari hasil brainstorming, faktor yang mempengaruhi kualitas hasil cetakan stiker adalah suhu, waktu, ketebalan cetakan, tekanan, operator dan jenis foil.

E. Mengidentifikasi faktor terkendali dan tidak terkendali

Dalam metode Taguchi, faktor-faktor tersebut perlu diidentifikasi dengan jelas karena pengaruh antara kedua jenis faktor tersebut berbeda. Faktor terkendali (control factors) adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, atau faktor yang nilainya ingin kita atur atau kendalikan. Sedangkan faktor gangguan (noise factors) adalah faktor yang nilainya tidak bisa kita atur atau dikendalikan. Dari faktor-faktor yang ada pada tahap diatas, yang termasuk faktor terkendali adalah suhu, waktu, ketebalan cetakan dan tekanan. Sedangkan faktor noise nya adalah operator dan jenis foil.

F. Penentuan jumlah level dan nilai faktor

Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil percobaan dan ongkos pelaksanaan percobaan. Makin banyak level yang diteliti maka hasil percobaan akan lebih teliti karena data yang diperoleh akan lebih banyak, tetapi banyaknya level juga akan meningkatkan ongkos percobaan. Dalam penelitian ini setiap

faktor diambil 2 level untuk efisiensi dan efektivitas percobaan. Level-level yang dimaksud adalah suhu (165°C dan 175°C), waktu (90 detik dan 120 detik), ketebalan cetakan (0,3 cm dan 0,4 cm), tekanan (15 kg dan 25 kg), operator (Pria dan wanita) dan jenis foil (Foil Gold Glozy ABG3 dan Foil Pecah Beling)

G. Identifikasi Interaksi antar Faktor Terkendali

Interaksi muncul ketika dua faktor atau lebih mengalami perlakuan secara bersama akan memberikan hasil yang berbeda pada karakteristik kualitas dibandingkan jika faktor mengalami perlakuan secara sendiri-sendiri. Dalam hal ini faktor faktor yang berinteraksi adalah Suhu x Waktu, Suhu x Tekanan dan Waktu x Tekanan

H. Perhitungan derajat kebebasan (degrees of freedom/dof)

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum percobaan yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati. Dengan jumlah eksperimen di setiap kombinasi pada empat kondisi noise, jumlah percobaan sebanyak 32 kali, sehingga derajat kebebasan (df) = $32 - 1 = 31$

I. Pemilihan Orthogonal Array (OA)

Dalam memilih jenis Orthogonal Array harus diperhatikan jumlah level faktor yang diamati. Dengan 4 faktor utama dan 3 faktor interaksi, maka jumlah perlakuan ada 7. Dengan jumlah perlakuan 7 maka dipilih Orthogonal Array $L_8(2^7)$. Orthogonal Array yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.

Run	Columns						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Gambar 3. Orthogonal Array $L_8(2^7)$

J. Analisis Data

Pada analisis dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data yaitu meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam suatu lay out tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih untuk suatu percobaan yang dipilih.

Analisis dilakukan dengan menghitung *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan selanjutnya disajikan dalam *SNR Response Table*. Pada tahap ini dapat diketahui kombinasi parameter yang optimal dan penentuan faktor yang paling berpengaruh.

K. Interpretasi Hasil

Interpretasi hasil merupakan langkah yang dilakukan setelah percobaan dan analisis telah dilakukan. Interpretasi yang dilakukan antara lain dengan menghitung persentase kontribusi dan analisis varians

L. Percobaan Konfirmasi

Percobaan konfirmasi adalah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Tujuan percobaan konfirmasi adalah untuk memverifikasi: 1) Dugaan yang dibuat pada saat model performansi penentuan faktor dan interaksinya, dan 2) setting parameter (faktor) yang optimum hasil analisis hasil percobaan pada performansi yang diharapkan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan Data Eksperimen

Eksperimen dilakukan pada setiap kombinasi dari empat faktor terkendali pada dua kondisi noise yang masing-masing terdiri dari dua level. Untuk pemberian dan level faktor terkendali dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Level Faktor Terkendali

Kode	Faktor	Level	
		1	2
A	Suhu	175 °c	165 °c
B	Waktu	90 s	120 s
C	Ketebalan Klise	0,3 cm	0,4 cm
D	Tekanan	15 kg	25 kg

Sedangkan untuk faktor noise dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Level Faktor Noise

Kode	Faktor	Level	
		1	2
M	Operator	Pria	Wanita
N	Jenis Foil	Gold Glozy ABG3	Pecah Beling

Berdasarkan hasil pengamatan dan diskusi dengan operator dan pemilik Perusahaan terdapat

beberapa faktor yang berinteraksi atau bisa memberikan pengaruh secara bersama-sama. Faktor interaksi yang ditemukan dijabarkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Faktor Interaksi

No	Interaksi	Kode
1	Suhu x Waktu	AB
2	Suhu x Tekanan	AD
3	Waktu x Tekanan	BD

Dengan adanya interaksi ini maka terdapat 7 perlakuan yang terdiri dari 4 faktor utama dan 3 faktor interaksi. Dan rancangan Orthogonal Array yang dipilih adalah rancangan $L_8(2^7)$. Untuk penempatan faktor pada setiap kolom mengacu pada *Linear Graph* dari OA $L_8(2^7)$

Sehingga didapatkan rancangan untuk mencatat hasil eksperimen sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3.

Run								M1		M2	
	A	B	AB	D	AD	BD	C	N1	N2	N1	N2
1	1	1	1	1	1	1	1				
2	1	1	1	2	2	2	2				
3	1	2	2	1	1	2	2				
4	1	2	2	2	2	1	1				
5	2	1	2	1	2	1	2				
6	2	1	2	2	1	2	1				
7	2	2	1	1	2	2	1				
8	2	2	1	2	1	1	2				

Gambar 3. Rancangan Ekaperimen Taguchi

Pada setiap kombinasi perlakuan dilakukan pengambilan data selama satu jam dan dicatat jumlah produksi baik dan rusak (cacat) yang dihasilkan dalam satuan lembar atau unit. Data awal hasil eksperimen dapat dilihat pada tabel 4. Data yang ditampilkan merupakan data yang sudah direkap dan gabungan dari noise jenis foil dan operator.

Tabel 4. Hasil Eksperimen Awal

Run	Hasil Baik		Hasil Cacat	
	Pria	Wanita	Pria	Wanita
1	74	70	6	6
2	50	68	24	10
3	36	44	20	16
4	50	58	10	8
5	58	70	20	8
6	70	72	0	8
7	48	48	12	8

8	50	42	8	18
Total	436	472	100	82

Karena setiap kombinasi perlakuan total unit yang dihasilkan tidak sama, maka data tersebut akan dikonversi menjadi persentase jumlah produk cacat dari setiap kombinasinya. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Eksperimen Dalam Persentase

Run	Hasil Baik		Hasil Cacat	
	Pria	Wanita	Pria	Wanita
1	16,97	14,83	6,00	7,32
2	11,47	14,41	24,00	12,20
3	8,26	9,32	20,00	19,51
4	11,47	12,29	10,00	9,76
5	13,30	14,83	20,00	9,76
6	16,06	15,25	0,00	9,76
7	11,01	10,17	12,00	9,76
8	11,47	8,90	8,00	21,95

B. Perhitungan SNR

Langkah berikutnya adalah mengkonversi hasil eksperimen ke dalam satuan Signal to Noise Ratio (SNR) untuk bisa menentukan kombinasi parameter yang optimal. Karena yang diharapkan adalah meminimalkan jumlah produksi cacat, maka dalam eksperimen ini digunakan formula Smaller The Better. Perhitungan SNR dilakukan dengan menggunakan software minitab.

Hasilnya disajikan dalam tabel 6 dan tabel 7 di bawah ini

Tabel 6. Hasil Perhitungan SNR

Run	A	B	AB	D	AD	BD	C	SNR
1	1	1	1	1	1	1	1	-17,11
2	1	1	1	2	2	2	2	-17,50
3	1	2	2	1	1	2	2	-14,92
4	1	2	2	2	2	1	1	-13,61
5	2	1	2	1	2	1	2	-17,43
6	2	1	2	2	1	2	1	-16,06
7	2	2	1	1	2	2	1	-14,28
8	2	2	1	2	1	1	2	-11,31

Tabel 7. Response Table for Signal to Noise Ratio

Level	A	B	AB	D	AD	BD	C
1	-16	-17	-15	-16	-15	-15	-15
2	-15	-14	-16	-15	-16	-16	-15
Delta	1	3,5	0,5	1,3	0,9	0,8	0
Rank	3	1	6	2	4	5	7

Dari tabel diatas bisa terlihat bahwa faktor B adalah faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil eksperimen karena mempunyai nilai delta paling besar disusul oleh faktor D dan A. Sedangkan faktor C tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap hasil eksperimen karena nilai delta kurang dari 1. Dengan kata lain, waktu, suhu dan tekanan mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap kualitas stiker yang dihasilkan oleh mesin *hot print emboss*, sedangkan ketebalan klise tidak berpengaruh secara signifikan.

Kombinasi parameter optimal dipilih dari nilai rata-rata SNR yang paling kecil di setiap faktornya. Sehingga bisa ditentukan kombinasi optimal untuk meminimalkan jumlah cacat adalah setelan mesin pada suhu 175°C, waktu 90 detik dan tekanan 15kg.

C. Persentase Kontribusi

Pada tahap ini setelah mendapatkan parameter apa yang berpengaruh, maka langkah selanjutnya adalah menghitung presentase kontribusi pada parameter yang berpengaruh secara signifikan dan parameter lainnya. Pada perhitungan ini hanya ditampilkan persentase kontribusi faktor yang paling berpengaruh yaitu faktor B (suhu) yang nilai deltanya berbeda sangat signifikan dibandingkan faktor yang lain. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai persentase kontribusi faktor suhu sebagai berikut:

Tabel 8. ANOVA Partial

SUMBER	df	SS	MS
B (Waktu)	1	703,125	703,125
Error	23	755,75	32,8587
Total	31	1458,875	

$$SS' = 703,125 - (1 \times 32,8587) = 70,266304$$

$$P \% = \frac{70,266304}{1458,875} \times 100\% = 45,94 \%$$

Dengan demikian faktor suhu mempunyai kontribusi sebesar 45,94% terhadap hasil cekatan stiker pada mesin *hot print emboss*.

D. Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk melihat hasil cetak stiker pada mesin *hot print emboss* menggunakan level parameter optimal yang sudah dipilih pada tahap analisa.

Eksperimen dilakukan pada pengaturan suhu 175°C, waktu 90 detik dan tekanan 15kg. Sedang untuk faktor ketebalan klise yang tidak mempunyai pengaruh terhadap hasil print, menggunakan ketebalan 0,3 cm. Jumlah pengambilan data disamakan dengan saat eksperimen awal untuk bisa membandingkan dengan lebih akurat.

Hasil yang diperoleh dapat diringkas pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Hasil Eksperimen Konfirmasi

Jam ke-	Hasil Baik		Hasil Cacat	
	Pria	Wanita	Pria	Wanita
1	78	68	2	10
2	58	64	12	6
3	54	54	4	6
4	66	64	2	4
5	66	78	12	2
6	64	62	4	6
7	58	54	2	6
8	48	48	8	12
Total	492	492	46	52

Dari tabel tersebut terlihat bahwa total produk cacat selama pengambilan data sebanyak 98 lembar stiker atau 9,05% yang berarti terjadi penurunan dari kondisi awal yang menghasilkan cacat sebesar 16,7%

IV. KESIMPULAN

Metode Taguchi dengan rancangan yang tangguh dapat mengatasi masalah produk stiker

cacat yang dihasilkan oleh mesin *hot print emboss*. Dengan menggunakan kombinasi parameter yang tepat sesuai dengan hasil analisis metode Taguchi maka jumlah produksi cacat bisa berkurang sampai lebih dari 47%.

Untuk penelitian selanjutnya mungkin bisa dikaji lagi level-level yang ada di setiap faktor, bisa lebih dari dua. Dengan demikian setelan parameter yang digunakan bisa lebih tepat dan mungkin bisa memberikan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Belavendram, N., *Quality by design Taguchi Techniques for Industrial Experiment*, Prentice Hall International, London, 1995
- [2] Muharom dan Siswadi. Desain Eksperimen Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat. Jemis Vol. 3 No. 1 Tahun 2015
- [3] Phadke, M.S., *Quality Engineering Using Robust Design*, Prentice Hall, New Jersey, 1989
- [4] Permatasari, S.R., *Penerapan Metode Six Sigma Dengan Pendekatan Metode Taguchi Untuk Menurunkan Produk Cacat*, Industrial Engineering Project, Engineering Faculty, The University of Brawijaya, Malang, 2014
- [5] Ranjit K. Roy, Ph.D., P.E, Design of Experiments using The Taguchi Approach, 2011
- [6] Ross, P.J., *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, 2nd edition, McGraw-Hill, Singapura, 1996
- [7] Rosiawan, M., Alvina, B.D.C., dan Hidayat M.A., "Optimasi Parameter Vertical Injection Moulding Menggunakan Metode Taguchi Untuk Persentase Cacat," *Proceedings 6th National Industrial Engineering Conference (NIEC-6)*, Universitas Surabaya, Surabaya, 2011
- [8] Vankanti, V. K., & Ganta, V. Optimization of process parameters in drilling of GFRP Composite using Taguchi method. *Journal of Materials Research and Technology*, 3(1), 35–41. 2014
- [9] Yetty Evi, Prima Vitasari & ST Salmia L.A. Pengurangan Produk Cacat Pada Bahan Baku Kulit Dengan Metode Taguchi Pada PT Surya Sukmana Leather. *Jurnal Teknik Industri S-2 Institut Teknologi*. Malang, 2017.