

PENERAPAN METODE PERMUKAAN RESPON UNTUK OPTIMALISASI PROSES SEALING PADA PENGEMASAN PRODUK MAKANAN JELLY

Fitry Rahmawaty¹, Drs. Hery Tri Sutanto, M.Si.²

^{1,2} Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Jalan Ketintang, Surabaya
email : rahmawatyfitry@yahoo.com¹, hery_trisutanto@gmail.com²

Abstrak

Metode permukaan respon merupakan sekumpulan teknik statistika yang berguna untuk menganalisa permasalahan dimana beberapa variabel bebas mempengaruhi variabel respon dan tujuan akhirnya adalah untuk mengoptimalkan variabel respon. Metode ini pertama kali diajukan pada tahun 1951 oleh Box dan Wilson. Penerapan metode permukaan respon yang digunakan untuk optimalisasi proses sealing pada pengemasan produk makanan jelly merk Big Stick menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap presentase produk nonBS adalah lamanya waktu pressing kemasan dan suhu yang digunakan pada proses sealing. Nilai respon presentase produk nonBS optimum diperoleh pada waktu 5,55 detik dan suhu 81,30°C. Sedangkan nilai respon presentase produk nonBS optimal diperoleh sebesar 77,41%. Titik optimum pada permukaan respon merupakan titik pelana, karena nilai eigen dari matriks yang diperoleh berlainan tanda (positif dan negatif) yaitu dengan nilai $\lambda_1 = 28,46$ dan $\lambda_2 = -6,48$.

Keywords: Metode permukaan respon, desain eksperimen, regresi linier, analisis varian.

I. PENDAHULUAN

Kualitas produk dan efisiensi proses menjadi pemikiran utama perusahaan yang sadar akan adanya persaingan ketat dalam dunia industri, termasuk industri makanan yaitu produk makanan jelly. Metode permukaan respon berguna menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel bebas mempengaruhi respon dengan tujuan mengoptimalkan respon tanpa memerlukan data yang begitu banyak. Metode permukaan respon dapat mengoptimalkan *setting* mesin pada perusahaan *Injection Moulding* sehingga menghasilkan produksi yang optimum (Rahardjo dan Iman, 2002), Margianti (2009) menggunakan permukaan respon sebagai metode untuk mengoptimalkan komposisi faktor pelapisan kertas.

Dalam penelitian ini metode permukaan respon dimaksudkan untuk mengoptimalkan proses *sealing* pada produk makanan jelly dengan merk "BGS" produksi "PT. MAC" sehingga menghasilkan besarnya produk yang tidak cacat (nonBS) yang optimum.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis Regresi

Analisis regresi pertama kali diperkenalkan pada 1855 oleh Sir Francis Galton (1822-1911), seorang antropolog dan ahli meteorologi terkenal

dari Inggris (Draper dan Smith, 1981). Dalam analisis regresi, dikenal dua jenis variabel yaitu:

- Variabel respon, dinotasikan dengan Y .
 - Variabel bebas, dinotasikan dengan X .
- Regresi linier jika ditinjau dari banyaknya variabel bebas dibagi menjadi dua macam yaitu:
- Regresi linier sederhana
 - Regresi linier berganda

1. Regresi Linier Sederhana

Model persamaan regresi linier sederhana adalah sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad \dots(2.1)$$

2. Regresi Linier Berganda

Model persamaan regresi linier berganda adalah sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad \dots(2.2)$$

3. Metode Kuadrat Terkecil untuk Mengestimasi Parameter

Koefisien parameter β_0 dan β_1 dalam persamaan regresi sederhana ditentukan dengan metode kuadrat terkecil.

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2 \quad \dots(2.3)$$

Selanjutnya, persamaan (2.3)

menjadi:

$$b_0 = \bar{Y} - b\bar{X} \quad \dots(2.4)$$

$$b_1 = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(X_i - \bar{X})} \quad \dots(2.5)$$

4. Analisis Varians dalam Regresi

Analisis varians digunakan untuk mengevaluasi kebaikan model regresi yang salah satunya ditandai oleh tingginya koefisien determinasi (R^2). Dugaan model regresi dapat disusun dari persamaan berikut:

$$(Y_i - \bar{Y}) = (\hat{Y}_i - \bar{Y}) + (Y_i - \hat{Y}_i) \quad \dots(2.6)$$

dimana:

$(Y_i - \bar{Y})$ = variasi (penyimpangan total)

$(\hat{Y}_i - \bar{Y})$ = variasi regresi

$(Y_i - \hat{Y}_i)$ = error, bagian yang tidak diterangkan oleh regresi

Sehingga persamaan (2.6) menjadi:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad \dots(2.7)$$

Untuk koefisien determinasi digunakan persamaan:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad \dots(2.8)$$

5. Lack of Fit

Lack of fit artinya penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model. Pengujian *lack of fit* diperlukan bila terdapat pengamatan berulang.

$$SSE = SS_{LOF} + SS_{PE} \quad \dots(2.9)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2 + \sum_{i=1}^m n_i (\bar{Y}_i - \hat{Y}_i)^2 \quad \dots(2.10)$$

B. Permukaan Respon

Metode permukaan respon adalah salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimasi (Myers 1976). Jika suatu eksperimen melibatkan k buah variabel bebas $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ dengan variabel respon Y , maka dapat ditulis ke dalam bentuk persamaan berikut:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_k) \quad \dots(2.11)$$

Model orde pertama permukaan respon dapat ditulis:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad \dots(2.12)$$

dengan:

Y = variabel respon

β_0, β_i = koefisien parameter model; $i = 1, 2, 3, \dots, k$

x_i = variabel bebas; $i = 1, 2, 3, \dots, k$

ε = kesalahan (error) yang bersifat acak dan secara identik dan saling bebas (*Independent Identically Distributed - IID*) dengan distribusi normal pada nilai rata-rata 0 dan varian σ^2 .

Jika terdapat lengkungan (curvature) dalam sistem, maka model polinomial dengan derajat yang lebih tinggi dapat dirumuskan, seperti misalnya model polinomial orde kedua berikut:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_i \sum_j \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon$$

$i < j$

.....(2.13)

dimana :

Y = variabel respon

β_0, β_i = koefisien parameter model; $i = 1, 2, 3, \dots, k$

β_{ii} = koefisien kuadratik dari variabel ke- i ; $i = 1, 2, 3, \dots, k$

β_{ij} = koefisien interaksi dari interaksi variabel ke- i dan j

ε = kesalahan (error) yang bersifat acak dan secara identik dan saling bebas (*Independent Identically Distributed - IID*) dengan distribusi normal pada nilai rata-rata 0 dan varian σ^2 . Dinyatakan dengan $\varepsilon \approx \text{IID Normal}(0, \sigma^2)$.

Sebelum dilakukan regresi dilakukan transformasi data pada level untuk masing-masing variabel bebas dengan menggunakan persamaan:

$$\xi_{kn} = \frac{(x_{kn} - \bar{x}_k)}{\frac{1}{2} d_k} \quad \dots(2.14)$$

dimana :

ξ_{kn} = hasil transformasi untuk variabel ke- k dan level ke- n

x_{kn} = nilai dari variabel bebas ke- k pada level ke- n

\bar{x}_k = rata-rata dari variabel bebas ke- k

d_n = selisih nilai terbesar dan terkecil variabel bebas ke- k

1. Tujuan Permukaan Respon (Peterson, 1985)

Eksperimen dengan menggunakan metode permukaan respon bertujuan:

- Mencari fungsi respon sebagai model yang menunjukkan hubungan antara variabel-variabel bebas dan variabel-variabel respon.

- b. Menentukan nilai stasioner yaitu nilai dari variabel bebas yang menghasilkan respon yang optimal.

2. Metode Dakian Tercuram (Steepest Ascent Method)

Metode dakian tercuram digunakan menetapkan daerah percobaan yang maksimum dengan mencari daerah respons maksimum. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

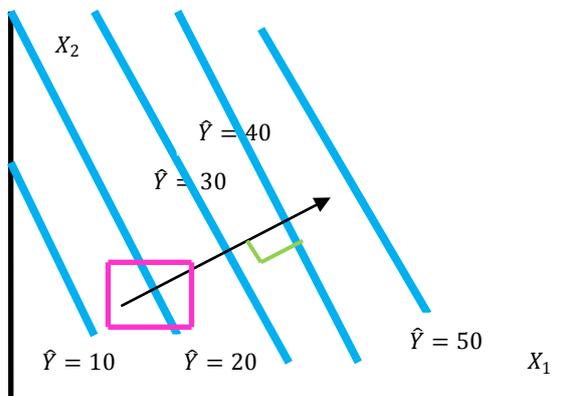
1. Menetapkan model fungsi respons orde pertama dalam suatu daerah yang dibatasi oleh variabel-variabel bebas. Sehingga ditetapkan model orde pertama sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon \quad \dots(2.15)$$

2. Menetapkan model fungsi respons orde kedua berdasarkan nilai respon dari variabel-variabel bebas dan interaksinya sehingga ditetapkan modelnya sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{22} X_2^2 + \varepsilon \quad \dots(2.16)$$

3. Ditetapkan lintasan dakian tercuram, misal percobaan memiliki variabel bebas X_1 dan X_2 jadi $k = 2$, sehingga permukaan responsnya yaitu kontur-kontur dari \hat{Y} merupakan sederet garis-garis paralel



Gambar 2.1. Permukaan Respons Orde Pertama untuk $k = 2$ serta lintasan dakian tercuram

Keterangan :

- a. Kotak segi-empat menunjukkan daerah dari permukaan respons orde pertama yang ditetapkan
 - b. Anak panah menunjukkan lintasan dakian tercuram
4. Tentukan interval pada X_j sebagai ukuran langkah dasar ΔX_j . Sebagai dasar pemilihan

X_j variabel faktor dengan nilai mutlak koefisien regresi terbesar ($|\hat{\beta}_j|$) terbesar. Langkah-langkah sepanjang lintasan dakian tercuram ini proposional terhadap koefisien regresi b_i . Nilai langkah untuk variabel-variabel lain adalah:

$$\Delta X_i = \frac{\hat{\beta}_i}{\hat{\beta}_j} \Delta X_j ; i = 1, 2, \dots, k ; i \neq j \quad \dots(2.17)$$

5. konversi ΔX_i menjadi ΔX_i variabel faktor untuk mencari kombinasi nilai variabel x_i pada lintasan. Dengan kombinasi tersebut, dapat dilakukan rangkaian percobaan untuk mengamati nilai responnya dari persamaan (2.16).
6. Pada tahap selanjutnya, percobaan dibangkitkan sepanjang lintasan dakian tercuram itu sampai tidak diperoleh lagi peningkatan respons yang diamati.

5. Uji Kecocokan Model

Uji kecocokan model dilakukan untuk mengetahui apakah model sudah sesuai dengan model yang diduga atau belum dengan *Lack of Fit*. Hipotesa untuk pengujian model adalah:

H_0 : tidak ada lack of fit pada model

H_1 : ada lack of fit pada model

Pengujian terhadap hipotesis menggunakan tabel analisis Varians (ANOVA). Statistik yang digunakan untuk uji H_0 dalam pengujian model adalah:

$$F = \frac{MS_{LOF}}{MS_{PE}} \quad \dots(2.18)$$

Daerah penolakan yaitu tolak H_0 apabila $F > F_{(\alpha; n-k-1-n_e; n_e)}$ dengan derajat signifikan $\alpha = 0,05$ yang berarti ketidaksesuaian antara model yang diduga dengan model sebenarnya.

6. Titik Stasioner

Titik stationer diperoleh dengan cara mendiferensialkan persamaan (2.22) secara parsial terhadap variabel bebas x dan disamadengkan nol.

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial x_1} = b_1 + 2b_{11}x_1 + (b_{12}x_2 + b_{13}x_3 + \dots + b_{1k}x_k)$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial x_2} = b_2 + 2b_{22}x_2 + (b_{21}x_1 + b_{23}x_3 + \dots + b_{2k}x_k)$$

⋮

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial x_k} = b_k + 2b_{kk}x_k + (b_{k1}x_1 + b_{k2}x_2 + \dots + b_{k(k-1)}x_{(k-1)})$$

.....(2.19)

Dalam bentuk matriks maka:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \hat{Y}}{\partial x_1} \\ \frac{\partial \hat{Y}}{\partial x_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial \hat{Y}}{\partial x_k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2b_{11} & \frac{1}{2}b_{12} & \dots & b_{1k} \\ \text{symm} & 2b_{22} & \dots & b_{2k} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & 2b_{kk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_k \end{bmatrix} = 0$$

$$\mathbf{b} + 2\mathbf{B}\mathbf{x} = 0$$

$$\mathbf{x} = -\frac{1}{2}\mathbf{B}^{-1}\mathbf{b} \quad \dots(2.20)$$

7. Karakteristik Permukaan Respon

Karakteristik permukaan respon pada metode permukaan respon dilakukan di daerah optimum setelah mendapatkan titik stasioner. Penentuan karakteristik respon ini digunakan untuk mengetahui apakah jenis titik stasioner yang didapatkan berupa titik minimum, maksimum, atau titik pelana, ditentukan dari harga λ_i (Montgomery, 1976) sebagai berikut :

1. Jika nilai λ_i semua positif maka x_0 adalah titik minimum.
2. Jika nilai λ_i semua negatif maka x_0 adalah titik maksimum.
3. Jika nilai λ_i berbeda tanda maka x_0 adalah titik pelana (*saddle point*).

C. Tinjauan Produk Makanan Jelly Merk BGS

Jelly merk BGS adalah salah satu produk makanan produksi "PT. MAC". Pembuatan BGS melalui proses mulai dari bahan mentah dari *supplier* kemudian disimpan di dalam gudang baku, dibawa ke bagian resep, selanjutnya proses pemasakan dikerjakan bagian dapur, setelah itu jelly siap dicetak, kemudian didinginkan untuk di kemas menggunakan mesin *heater press sealer jelly*. Setelah proses pengemasan selesai, jelly yang sudah dipacking dalam karton siap dibawa ke gudang untuk menunggu proses pengiriman ke pemesan.

1. Finishing

Pada *finishing* terdapat kegiatan pengemasan produk jelly dengan menggunakan alat press yang disebut sebagai alat *heater press sealer*.

2. Proses Sealing Kemasan Jelly BGS

Proses pengemasan dilakukan dengan memasukkan jelly ke dalam kemasan kemudian didinginkan baru kemudian siap di press menggunakan mesin *heater press sealer jelly*

dengan suhu sekitar 50°C-60°C dalam waktu 2-3 detik. Produk yang tidak berkualitas bagus yang selanjutnya disebut sebagai produk BS ditentukan dengan kriteria:

1. Bocor seal press
2. halus
3. Double layer
4. Menggelembung

Produk-produk BS tidak dapat dikirim ke konsumen dengan tindak lanjut dihancurkan. Dokumentasi bagian produksi telah menentukan faktor yang berpengaruh dalam kualitas BGS yaitu:

- a. Pengaruh lamanya waktu
- b. Pengaruh penggunaan suhu pressing

III. METODE PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan adalah data sekunder dari dokumentasi administrasi produksi dan administrasi gudang "PT. MAC" mengenai proses sealing produk makanan jelly merk BGS dari bulan November-Desember 2011 yang diambil secara acak.

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat satu variabel respon dan dua variabel bebas yaitu:

Y = presentase produk nonBS yang dihasilkan pada waktu satu kali produksi

x_1 = waktu (dalam satuan detik / secon)

x_2 = suhu (dalam satuan °C)

C. Langkah Penelitian

Untuk menganalisa data, diperlukan langkah-langkah dan metode yang dilakukan beberapa tahap sebagai berikut:

1. Mencari statistika deskriptif dari data
2. Mengkode data berdasarkan statistika deskriptif
3. Mencari model orde satu dari data
4. Mencari koefisien determinasi dari model orde pertama
5. Menentukan metode dakian dari model orde pertama
6. Mencari model orde dua dari metode dakian yang digunakan
7. Menguji model orde dua dengan uji lack of fit
8. Menentukan titik stasioner
9. Menentukan karakteristik permukaan respon
10. Menginterpretasikan hasil analisis dan mengambil kesimpulan

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Metode Permukaan Respon

Model orde pertama dapat digunakan untuk menentukan metode dakian jika koefisien determinasinya besar sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan model orde kedua. Model orde kedua dikatakan sesuai jika telah lulus uji *lack of fit*.

B. Penerapan Metode Permukaan Respon Untuk Optimalisasi Proses Sealing Pada Pengemasan Produk Makanan Jelly

Variabel respon pada penelitian ini adalah Y (presentase produk nonBS). Variabel bebas yang digunakan adalah x_1 yaitu waktu pemanasan dalam satuan detik (1 detik, 2 detik, 3 detik) dan x_2 yaitu suhu yang digunakan dalam °C (20°C, 35°C, 50°C). Statistik deskriptif variabel waktu, variabel suhu dan variabel respon memberikan nilai berikut:

Tabel 4.1. Statistik Deskriptif untuk Variabel Waktu, Suhu, dan Presentase Produk nonBS

Variabel	N	Mean	Median	Min.	Maks.
Waktu	29	3.10	2.00	1.00	8.00
Suhu	29	46.52	35.00	20.00	85.00
NonBS	29	74.77	70.80	60.30	95.70

Kemudian dilakukan pengkodean pada masing variabel bebas

1. Regresi Model Orde Pertama

Berdasarkan model regresi maka data yang diperoleh dapat dinyatakan sebagai model persamaan regresi orde pertama sebagai berikut:
 $Y = 74.77 + 16.26 X_1 + 33.50 X_2$ (4.1)
 dengan analisis varians:

Tabel 4.2. ANOVA untuk Model Regresi Orde Pertama

Source	DF	SS	MS	F	P	
					5%	10%
Regression	2	1126.32	563.16	19.88	3.37	5.53
Residual Error	26	736.34	28.32			
Lack of Fit	3	98.14	32.71	1.18	3.03	4.76
Pure Error	23	638.20	27.75			
Total	28	1862.66				

2. Penentuan Persamaan Respons Orde Kedua

Dengan menggunakan perangkat lunak Minitab16 maka diperoleh persamaan dugaan orde kedua sebagai berikut:

$$Y = 72.6 + 9.00 X_1 + 3.07 X_2 - 6.72 X_1^2 - 17.3 X_1 X_2 + 4.27 X_2^2 \quad \dots(4.2)$$

dan nilai determinasi diperoleh:

$$R^2 = 0,6574$$

Dengan analisis varians:

Tabel 4.3. Tabel ANOVA untuk Pengujian Ketepatan Model Orde Kedua

Source	DF	SS	MS	F	P	
					5%	1%
Regression	5	1224.46	244.89	8.83	2.64	3.94
Residual Error	23	638.20	27.75			
Lack of Fit	9	31.22	3.47	0.08	2.65	4.03
Pure Error	14	606.98	43.36			
Total	28	1862.66				

3. Metode Dakian Tercuram

Dari Tabel 4.3 tampak bahwa simpangan dari model bersifat tidak nyata pada taraf $\alpha = 5\%$. Hal ini menunjukkan bahwa model orde pertama merupakan model yang dapat diandalkan untuk menerangkan kondisi percobaan.

Tabel 4.4. Percobaan Dakian Tercuram Berdasarkan Data Real

Langkah -langkah	X_1	X_2	waktu		suhu		Y	
			W_2	data	S_2	data	Y_2	data
Basis	0	0	3.10	2.00	35.00	46.52	69.05	70.50
				2.00	35.00			72.70
				2.00	35.00			70.50
				2.00	35.00			70.40
				2.00	35.00			70.60
				2.00	35.00			70.40
				2.00	35.00			70.70
				2.00	35.00			70.50
				2.00	35.00			75.30
				2.00	35.00			70.50
				3.00	44.00			73.10
				3.00	50.00			76.70
				4.00	54.00			76.70
				Δ	0			1
4.00	70.00	79.70						
Basis + Δ	0	1	3.94	4.00	64.00	62.77	79.70	80.10
				4.00	70.00			79.70
Basis +2 Δ	1	1	4.78	5.00	63.00	79.02	71.95	82.30
				6.00	72.00			95.70
				6.00	70.00			90.30
				6.00	80.00			80.30

Dengan menggunakan persamaan model orde kedua diperoleh respon optimum sebesar 78.09%.

4. Uji Kecocokan Model Regresi

Pengujian model dilakukan dengan menggunakan uji *Lack of Fit*. Hipotesa untuk pengujian model adalah :

H_0 : tidak ada *lack of fit* pada model

H_1 : ada *lack of fit* pada model

Daerah penolakan yaitu tolak H_0 apabila $F > F_{(\alpha ; n-k-1-n_e ; n_e)}$ dengan derajat signifikan

$\alpha = 0,05$ yang berarti ketidaksesuaian antara model yang diduga dengan model sebenarnya.

Daerah penolakan yaitu tolak H_0 apabila $0,001 > F_{0,05}$ dengan derajat signifikan $\alpha = 0,05$ yang berarti ketidaksesuaian antara model yang diduga dengan model sebenarnya. Karena $0,001 < F_{0,05}$ maka terima H_0 atau model sesuai dan tidak ada *lack of fit*.

5. Titik Stasioner

Dari persamaan (4.2) diperoleh hasil berupa sistem persamaan:

$$\begin{aligned} 13.44X_1 - 17.3X_2 &= -9.00 \\ -17.3X_1 + 8.54X_2 &= -3.07 \end{aligned} \quad \dots(4.3)$$

Penyelesaian persamaan (4.3) menghasilkan titik stasioner $X_1 = 0.70$ dan $X_2 = 1.07$.

6. Karakteristik Permukaan Respon

Dari persamaan model orde kedua:

$$Y = 72.6 + [x_1 \ x_2] \begin{bmatrix} 9.00 \\ 3.07 \end{bmatrix} + [x_1 \ x_2] \begin{bmatrix} 13.44 & -17.3 \\ -17.3 & 8.54 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

diperoleh:

$$|B - \lambda_i I| = 0 ; i = 1, 2$$

$$\begin{bmatrix} 13.44 & -17.3 \\ -17.3 & 8.54 \end{bmatrix} - \lambda_i \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = 0$$

$$\lambda_1 = 28.46$$

$$\lambda_2 = -6.48$$

$$\text{Maka } B = \begin{bmatrix} 28.46 \\ -6.48 \end{bmatrix}$$

Karena λ_1 adalah positif sedangkan nilai λ_2 adalah negatif (berbeda tanda) maka titik stasionernya merupakan titik pelana (saddle point). Karena $X_1 = 0.70$ dan $X_2 = 1.07$ disubstitusikan ke dalam persamaan regresi (4.4) diperoleh nilai dugaan dari respons maksimum yaitu $Y = 77.41\%$, kemudian diperoleh bahwa hubungan antar variabel X_1 dan W serta variabel X_2 dan S yaitu:

$$W = \frac{1}{2} 0.70(8 - 1) + 3.10 = 5.55$$

$$S = \frac{1}{2} 1.07(85 - 20) + 46.52 = 81.30$$

Kondisi operasi optimum diperoleh pada waktu pemanasan $W = 5.55$ detik serta suhu pemanasan $S = 81.30^\circ\text{C}$ dan diharapkan respons hasil proses menjadi optimum yaitu sekitar 77.41% sehingga tampak bahwa metode permukaan respon bertujuan menentukan kondisi optimum dari suatu percobaan.

V. KESIMPULAN

Variabel bebas yang berpengaruh terhadap presentase produk nonBS jelly merk "BGS" di "PT. MAC" adalah lamanya waktu *pressing* kemasan pada saat proses *sealing* dalam satuan detik dan suhu yang digunakan saat proses *sealing* dalam satuan derajat celcius.

Model regresi orde pertama presentase produk nonBS adalah:

$$Y = 74.77 + 16.26X_1 + 33.50X_2$$

dengan $R^2 = 60.47\%$.

Hasil pengujian model orde pertama sudah sesuai sehingga dapat diandalkan untuk menerangkan keadaan hasil percobaan dan digunakan untuk menentukan lintasan dakian tercuram, kemudian diperoleh model orde kedua presentase produk nonBS:

$$Y = 72.6 + 9.00X_1 + 3.07X_2 + 6.72X_1^2 - 17.3X_1X_2 + 4.27X_2^2$$

dengan $R^2 = 65.74\%$.

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan diperoleh $65,74\%$ dari model orde kedua diterangkan oleh variabel waktu, suhu dan interaksinya, sisanya diterangkan oleh selain kedua variabel tersebut. Diperlukan dicari atau ditambahkan variabel bebas lain yang kombinasinya dengan variabel bebas yang lain (waktu atau suhu) dapat menghasilkan jangkauan yang lebih lebar untuk data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bachtiyar, Chandra dan Amrillah, Rodhi. 2011. *Setting Parameter Mesin Press dengan Metode Respon Permukaan pada Pabrik Kelapa Sawit*. Jurnal Riset Industri. Vol. V. Hal 153-160.
- [2] Iriawan, Nur dan Astuti, Septin Puji. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta : Andi Offset.
- [3] Montgomery, Douglas C., 1991, *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Sudjana. 1996. *Analisis Regresi dan Korelasi*. Bandung : Tarsito.
- [5] Winahju, Wiwiek Setya. *Modul Metode Permukaan Respon*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- [6] Rahardjo, Jani, Iman, Rosalinawati. Optimasi Produksi dengan Metode Response Surface. (online: <http://www.google.com/search?q=JURNAL%20optimasi%20produksi%20dengan%20metode%20response%20surface&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a&source=hp&channel=np>). Diakses tanggal 7 Desember 2011.