

**ANALISIS KARAKTERISTIK KUALITAS PRODUK KERTAS**

**Mustika Wirastuti**

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
 e-mail : mustikawirastuti@mhs.unesa.ac.id

**Abstrak**

PT X adalah salah satu perusahaan industri kertas di Indonesia. Kebijakan yang diterapkan oleh PT.X adalah kebijakan produksi massal. Namun setelah dilakukan analisis pada perusahaan didapatkan bahwa kebijakan perusahaan tidak seimbang dengan keberhasilan pemasaran. Kebijakan perusahaan yang mematok tinggi standar kualitas produk juga akan berdampak pada tingginya biaya produksi, akibatnya harga produk di pasaran relatif tinggi bagi konsumen. Berdasarkan permasalahan maka akan dianalisis bagaimana agar faktor produksi yang baik agar hasil kertas juga baik sehingga terjual secara maksimal di pasaran. Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan, metode analisis regresi multivariat dapat diterapkan di sini. Metode regresi multivariat adalah salah satu metode statistik yang tujuannya adalah mengetahui pengaruh variabel independen (x) terhadap variabel dependen (y) pada data multivariat. Dimana pada regresi multivariat ini melibatkan beberapa variabel y dan beberapa variabel x. Dalam penelitian ini, variabel independen tersebut berupa jumlah bubur bahan kertas (lt/min) dan kecepatan mesin (m/min) atau *speed*. Untuk bubur bahan kertas terdiri dari tiga bagian, yaitu bubur bahan bagian bawah, bubur bahan bagian tengah, dan bubur bahan bagian atas. Untuk variabel dependen digunakan berat dasar dan ketebalan kertas. Dalam penelitian ini diketahui bahwa variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen. Jadi, bubur bahan bagian bawah, bubur bahan bagian tengah, dan bubur bahan bagian atas serta kecepatan mesin berpengaruh terhadap berat dasar dan ketebalan kertas. Model regresi multivariat didapatkan model berikut:

$$Y_1 = 542.6295427 - 0.03065739X_1 - 0.0212146X_2 + 0.0678837836X_3 - 0.6860958X_4$$

$$Y_2 = 824.0989223 - 0.04726066X_1 - 0.0251476X_2 + 0.075210404X_3 - 1.07379923X_4$$

Dan dari model diketahui jika bubur bahan bagian atas ditambahkan maka berat dasar dan ketebalan akan meningkat..

**Kata kunci:** Kertas, regresi multivariat, faktor

**Abstract**

PT X is one of company industry paper in Indonesia. Policies introduced by PT.X is policy production mass. However after do analysis on company obtained that policy company not balanced with success marketing. Policy company that pegs high standard quality product too will impact on its height cost production, consequently price products on the market relatively high for consumers. Based on the problem, it will be analyzed how to make a good production factor so that the paper yield is good so that it sells to the maximum in the market. Based on conditions have explained, method analysis multivariate regression could applied here. Method regression multivariate is one of the statistical methods whose purpose is to determine the effect of the independent variable (x) on the dependent variable (y) on multivariate data. Where on regression multivariate this involving some variable y and some variable x. In this research, independent variable that is in the form of total porridge ingredients paper (lt/min) and speed machine (m/min) or *speed*. For pulp the paper material consists of three parts, namely the bottom slurry material, the middle slurry material, and the top material slurry. For variable dependent used weight basic and thickness paper. In this research known that the independent variable has an effect on the dependent variable. So, bottom slurry material, slurry material middle part, and upper slurry material and engine speed influence to weight basic and paper thickness. Multivariate regression models obtained:

$$Y_1 = 542.6295427 - 0.03065739X_1 - 0.0212146X_2 + 0.0678837836X_3 - 0.6860958X_4$$

$$Y_2 = 824.0989223 - 0.04726066X_1 - 0.0251476X_2 + 0.075210404X_3 - 1.07379923X_4$$

And from the model it is known if the top pulp material is added weight basic and thickness will increase.

**Keywords :** paper, multivariate regression, factor

**1. PENDAHULUAN**

PT X adalah salah satu perusahaan industri kertas di Indonesia. Kebijakan yang diterapkan oleh PT.X adalah

kebijakan produksi massal. Dengan tiga shift selama 24 jam/hari, masing-masing shift selama 40 jam/minggu. Tujuan dari perusahaan ini adalah optimalisasi sumber

daya antara mesin maupun tenaga kerja manusia, sehingga dilakukan produksi secara massal.

Namun setelah dilakukan analisis pada perusahaan didapatkan bahwa kebijakan perusahaan tidak seimbang dengan keberhasilan pemasaran. Hal ini dilihat perusahaan dari banyaknya produk tidak berhasil terjual secara keseluruhan, sehingga terjadi penumpukan produk pada gudang penyimpanan dan mengakibatkan kualitas produk menurun. Kebijakan perusahaan yang mematok tinggi standar kualitas produk juga akan berdampak pada tingginya biaya produksi, akibatnya harga produk di pasaran relatif tinggi bagi konsumen.

Karena kebijakan perusahaan belum berubah, ketidakberhasilan dalam penjualan juga meningkat dari tahun sebelumnya. Hal ini karena kurangnya spesifikasi produk yang diproduksi tidak sesuai dengan spesifikasi konsumen. Karena ini perusahaan berusaha mengatasi permasalahan dari kesesuaian minat konsumen dengan produk. Dengan mengatasi masalah ini perusahaan juga berharap dapat mengatasi masalah mengenai harga jual produk untuk konsumen. Dapat dikatakan perusahaan akan berusaha membuat produk kertas dengan kualitas unggul dengan biaya produksi yang rendah serta produk banyak diminati konsumen dengan harga yang diterima masyarakat. Sehingga tujuan dalam penelitian ini adalah bagaimana faktor produksi yang baik agar hasil kertas juga baik.

Dalam proses produksi kertas, bubur kayu yang digunakan mengandung 96% air serta 4% merupakan bahan padat. Bahan tersebut kemudian dipisahkan fibril dan seratnya atau proses ini sering disebut fibrilisasi. Proses fibrilisasi merupakan proses yang diakibatkan karena fibril terbuka dan membesarnya serat sehingga kambium pecah. Agar menghasilkan kertas dengan daya sobek dan serap tinggi maka pengadukan dilakukan lebih sedikit. Untuk hasil kertas dengan daya sobek rendah dan hasil kertas tebal, pengadukan harus dilakukan lebih sering (Julianti & M., 2006).

Oleh karena itu, agar meningkatkan daya tahan air dan daya serap tinta ditambahkan bahan perekat contohnya minyak damar, pati, dan tawas pada alat pengaduk. Untuk kecerahan dan kekakuan, ditambahkan bahan misalnya tanah diatom, titanium dioksida, kasein, sodium silikat kapur dan lilin. Dari hal tersebut, pengaruh dari sifat kertas lain dari jenis dan komposisi bahan serat kertas adalah perlakuan pada saat proses produksi. Karena saat proses produksi lembaran kertas, terlebih dahulu komposisi bahan serat kertas dan jenis selalu dibuat dengan bahan yang sama, sehingga hasil produk langsung ditangani pada bagian produksi.

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan, metode analisis regresi multivariat dapat diterapkan di sini. Karena terdapat korelasi antara variabel independen pada produksi kertas. Variabel independen yang digunakan berupa jumlah bubur bahan (lt/min) ( $Y_1$ ) dan kecepatan mesin (m/min) ( $Y_2$ ).

Kertas yang diproduksi PT.X memiliki beberapa lapisan bubur bahan tersendiri. Untuk bubur bahan dibagi menjadi tiga bagian yaitu, bubur bahan bagian bawah, bubur bahan bagian tengah dan bubur bahan bagian atas.

Untuk variabel dependen, sesuai dengan yang dilakukan PT.X maka berat dasar dan ketebalan digunakan dalam penelitian ini.

## 2. KAJIAN TEORI

### Model Regresi Multivariat

Pada regresi multivariat ini melibatkan beberapa  $y$ 's yang dipertimbangkan dengan baik kesesuaiannya pada setiap himpunan pada  $x$ 's. Setiap  $y_1, y_2, \dots, y_p$  diprediksi dengan semua  $x_1, x_2, \dots, x_q$

Misal terdapat  $n$  observasi,  $\mathbf{Y}$  merupakan variabel dependen sebanyak  $p$  dan  $\mathbf{X}$  merupakan variabel independen sebanyak  $q$ . Maka matriks  $\mathbf{Y}$  dan  $\mathbf{X}$  dituliskan:

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1p} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{np} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} y'_1 \\ y'_2 \\ \vdots \\ y'_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1q} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2q} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nq} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Karena setiap  $y$ 's bergantung pada  $x$ 's di setiap cara, setiap kolom pada  $\mathbf{Y}$  akan berbeda  $\beta$ 's. Maka kolom pada  $\beta$ 's untuk setiap matrik  $\mathbf{Y}$  dan bentuk kolom matrik  $\mathbf{B} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$ . Sehingga model regresi multivariat adalah sebagai berikut (Rencher, 2002):

$$\mathbf{Y} = \mathbf{XB} + \mathbf{Z} \quad (3)$$

Maka persamaan regresi multivariat dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1p} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{np} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1q} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2q} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{01} & \beta_{02} & \dots & \beta_{0q} \\ \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1q} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \beta_{p1} & \beta_{p2} & \dots & \beta_{pq} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \dots & \varepsilon_{1q} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \dots & \varepsilon_{2q} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \varepsilon_{n1} & \varepsilon_{n2} & \dots & \varepsilon_{nq} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Keterangan :

$\mathbf{Y}$  = Matriks peubah dependen berukuran  $n \times q$

$\mathbf{X}$  = Matriks peubah independen berukuran  $n \times (p + 1)$

$\mathbf{\beta}$  = Matriks parameter regresi dengan ukuran  $(p + 1) \times q$

$\varepsilon$  = Matriks residual berukuran  $n \times q$

Pada matriks  $\mathbf{X}$  diberi nilai dummy yaitu 1, sebagai konstanta pada variabel independen.

### Estimasi Least Square

Untuk estimasi parameter dengan menggunakan Least square dapat diselesaikan sebagai berikut :

$$\hat{\mathbf{B}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y} \quad (5)$$

$\hat{B}$  merupakan estimasi least square. Sehingga diperoleh:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} \beta_{01} & \beta_{02} & \dots & \beta_{0p} \\ \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \beta_{q1} & \beta_{q2} & \dots & \beta_{qp} \end{bmatrix} \quad (6)$$

**Pengujian Hipotesis**

Pengujian hipotesis dilakukan untuk koefisien regresi  $\beta$  dan  $B_1$  terhadap  $Y$  (Yulianto, Mardianto, & Laila, 2016). Dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0: B_1 = 0$$

Dengan  $B_1$  masuk kedalam semua baris dalam  $B$  yang pertama:

$$B = \begin{pmatrix} \beta'_0 \\ B_1 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{01} & \beta_{02} & \dots & \beta_{0p} \\ \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \beta_{q1} & \beta_{q2} & \dots & \beta_{qp} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$\beta'_0$  tidak dimasukkan kedalam hipotesis karena akan mengakibatkan semua nilai pada  $y$ 's memiliki nilai nol.

$$H_1: B_1 \neq 0$$

$H_1: B_1 \neq 0$  untuk mengathuai bahwa  $\beta_{jk} \neq 0$ , dengan  $j = 1, 2, \dots, q; k = 1, 2, \dots, p$ .

Dalam penelitian ini statistik uji Wilk's lamda yang digunakan :

$$\Lambda = \frac{|E|}{|E+H|} = \frac{|Y^T Y - \hat{B}^T X^T Y|}{|Y^T Y - n\bar{y}\bar{y}^T|} \quad (8)$$

Menolak  $H_0$  jika  $\Lambda_{hitung} \leq \Lambda_{\alpha,p,q,(n-q-1)}$ .

Nilai  $\Lambda_{\alpha,p,q,(n-q-1)}$  adalah nilai kritis dari tabel Wilk's Lamda.

**3. METODE**

Metode yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari studi literatur, yang gunanya untuk mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan penelitian. Dalam penelitian ini dicari sumber literatur yang membahas mengenai regresi multivariat. Sumber literatur diperoleh dari buku dan juga jurnal.

Selanjutnya adalah perumusan masalah, perumusan masalah dilakukan setelah identifikasi masalah. Pada penelitian ini, topik permasalahan yaitu mencari pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Yang pada penelitian ini yaitu mencari pengaruh bubuk bahan baian bawah ( $X_1$ ), bubuk bahan bagian tengah ( $X_2$ ) dan bubuk bahan bagian atas ( $X_3$ ) serta kecepatan mesin ( $X_4$ ) terhadap berat dasar ( $Y_1$ ) dan ketebalan kertas ( $Y_2$ ). Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan Nurilia dkk. yang melakukan penelitian pada PT.X (Prabawati, Rahman, & Kusuma, 2013).

Data akan dianalisis menggunakan metode regresi multivariat. Yang dimana merupakan salah satu metode statistik yang tujuannya adalah mengetahui pengaruh

variabel independen (x) terhadap variabel dependen (y) pada data multivariat.

Dimana pada regresi multivariat ini melibatkan beberapa variabel y dan beberapa variabel x. Untuk proses pengolahan data yang pertama dilakukan estimasi parameter dan pembentukan model persamaan regresi, lalu melakukan uji hipotesis, mencari nilai Wilks' Lamba dan yang terakhir menarik kesimpulan.

**4. PEMBAHASAN**

Dari hasil pengumpulan data diperoleh 21 jenis kertas yang akan dilakukan penelitian. Setelah diperoleh data maka langkah selanjutnya adalah estimasi parameter untuk pembentukan model. Estimasi parameter digunakan estimasi *least square*. Dengan hasil estimasi ada pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Estimasi Parameter

	$Y_1$	$Y_2$
$\hat{B}$	542.6295427	824.0989223
	-0.03065739	-0.04726066
	-0.02121466	-0.0251476
	0.067883783	0.075210404
	-0.6860958	-1.07379923

Dari hasil estimasi pada Tabel 1, maka model regresi multivariat adalah:

$$Y_1 = 542.6295427 - 0.03065739X_1 - 0.0212146X_2 + 0.067883783X_3 - 0.6860958X_4$$

$$Y_2 = 824.0989223 - 0.04726066X_1 - 0.0251476X_2 + 0.075210404X_3 - 1.07379923X_4$$

Dapat dilihat pada kedua model di atas bahwa bubuk bahan bagian atas berpengaruh positif, sehingga jika bubuk bahan bagian atas ditambahkan maka berat dasar dan ketebalan akan meningkat.

Setelah diestimasi lalu menentukan hipotesis, pada penelitian ini hipotesisnya adalah

$$H_0: B_1 = 0$$

$$H_1: \text{Paling sedikit ada satu } B_1 \neq 0$$

Setelah itu dicari nilai Wilks' Lamda menggunakan rumus pada persamaan (8). Dari proses perhitungan diperoleh:

$$|E| = 74912.166$$

$$|E + H| = 43491900.26$$

$$\Lambda = \frac{|E|}{|E + H|} = \frac{74912.166}{43491900.26} = 0.001722439$$

Jadi didapatkan nilai Wilk's lamda sebesar 0,001722439. Setelah diperoleh nilai Wilk's lamba maka di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

$$\Lambda < \Lambda_{\alpha;p;q;n-q-1}$$

$$0.001722439 < 0,389$$

Dari hasil wilks' lamda hitung kurang dari wilks' lamda tabel, maka **Menolak  $H_0$**  sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa variabel independen ( $x$ 's) mempengaruhi variabel dependen ( $y$ 's). Jadi, bubuk bahan bagian bawah, bubuk bahan bagian tengah, dan bubuk bahan bagian atas serta kecepatan mesin berpengaruh terhadap berat dasar dan ketebalan kertas.

## 5. PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa variabel independen yang digunakan berpengaruh terhadap variabel dependen. Jadi, bubuk bahan bagian bawah, bubuk bahan bagian tengah, dan bubuk bahan bagian atas serta kecepatan mesin berpengaruh terhadap berat dasar dan ketebalan kertas. Dan dari data, model regresi multivariat didapatkan model berikut:

$$Y_1 = 542.6295427 - 0.03065739X_1 - 0.0212146X_2 + 0.0678837836X_3 - 0.6860958X_4$$

$$Y_2 = 824.0989223 - 0.04726066X_1 - 0.0251476X_2 + 0.075210404X_3 - 1.07379923X_4$$

Dan dari model diketahui jika bubuk bahan bagian atas ditambahkan maka berat dasar dan ketebalan akan meningkat.

### Saran

Saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya bisa menambahkan variabel dependen dan variabel independen agar lebih bervariasi. Dan juga dapat menerapkan metode regresi multivariat pada bidang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Julianti, E., & M., N. (2006). *Teknologi Pengemasan*. Medan: Penerbit-USU.
- Prabawati, N. F., Rahman, A., & Kusuma, L. T. (2013). *Analisis Regresi Multivariat pada Karakteristik Kualitas Dalam Diversifikasi Produk Kertas*.
- Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. New York: Wiley-Interscience.
- Yulianto, T., Mardianto, M. F., & Laila, N. M. (2016). *Analisis Regresi Linier Multivariat Untuk Data Kualitatif Dalam Mengetahui Tujuan Mahasiswa Menggunakan Media Sosial*. *Didaktika*, 81-88.