BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi merupakan salah satu analisis statistik yang sering digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih. Menurut Drapper dan Smith (1992) analisis regresi merupakan metode analisis yang dapat digunakan untuk menganalisis data dan mengambil kesimpulan yang bermakna tentang hubungan ketergantungan variabel terhadap variabel lainnya. Hubungan yang di dapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematika yang menyatakan hubungan antara variabel bebas *(idependent variable)* x dan variabel tak bebas *(dependent variable)* y dalam bentuk persamaan sederhana adalah, (Suliyanto,2011).

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 \qquad i = 1, 2, \dots, n \tag{2.1}$$

Regresi linier berganda merupakan perluasan dari regresi linier sederhana. Perluasan terlihat dari banyaknya variabel bebas pada model regresi tersebut. Bentuk umum regresi linier berganda dapat dinyatakan secara statistik sebagai berikut,(Setia Atmaja,2009).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \tag{2.2}$$

Keterangan:

Y_i	: variabel tak bebas
$X_{1i}, \dots, X_{ki}$	: variabel bebas
$\beta_1, \dots, \beta_k$	: parameter regresi
ε_i	: variabel gangguan

Model persamaan regresi linier pada Persamaan (2.2) dapat dinyatakan dalam bentuk matriks berikut:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

dengan:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}, \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}, \text{dan } \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

2.2 Asumsi Regresi Linier Berganda

Dalam metode regresi linier berganda ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi, asumsi tersebut adalah:

1. Nilai rata-rata kesalahan pengganggu nol, yaitu E (ε_i) = 0, untuk $i = 1, 2, \dots, n$
2. Varian (ε_i) = E(ε_i^2) = σ^2
3. Tidak ada autokorelasi antara kesalahan pengganggu (galat/*error*), berarti kovarian $(\varepsilon_{i,}\ \varepsilon_j)$ = 0, $i \neq j$
4. Variabel bebas $x_{1,} x_{2,} \ \dots, x_k$, konstan dalam sampling yang terulang dan bebas terhadap kesalahan pengganggu ε_i.
5. Tidak ada multikolinieritas variabel bebas x
6. $\varepsilon_i \sim N$ (0; σ^2), artinya kesalahan pengganggu mengikuti distribusi normal dengan rata-rata 0 dan varian σ^2.

2.3 Metode Kuadrat Terkecil

Salah satu metode penduga parameter dalam model regresi adalah metode kuadrat terkecil. Metode ini memerlukan beberapa asumsi klasik yang harus di penuhi oleh komponen ε, yaitu memenuhi asumsi kenormalan, kehomogenan ragam, dan tidak memiliki autokorelasi.

Metode kuadrat terkecil merupakan suatu metode yang digunakan untuk menaksir parameter regresi dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat kekeliruan *(error)* dari model regresi yang terbentuk, (R. K. Sembiring,1995).

Jumlah kuadrat kekeliruan *(error)* untuk persamaan regresi linier sederhana, yaitu:

$$J = \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2 \; ; \; i = 1, 2, \ldots, n \tag{2.3}$$

Sehingga diperoleh pendugaan kuadrat terkecil dari β pada regresi linier berganda adalah, sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = (X' \, X)^{-1} \, X' \tag{2.4}$$

Estimasi persamaan regresi linier sederhana, yaitu:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \qquad i = 1, 2, \ldots, n \tag{2.5}$$

$$b_1 = \frac{\sum x_i \, y_i - \left(\frac{(\sum x_i)\,(\sum y_i)}{n}\right)}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}} \tag{2.6}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \, \bar{x} \tag{2.7}$$

Dengan mendistribusikan Persamaan (2.5) ke Persamaan (2.4), maka di peroleh jumlah kuadrat kekeliruan, yaitu:

$$\frac{\partial \sum \mathrm{e}_\mathrm{i}^2}{\partial \mathrm{b}_1} = 2 \sum (y_1 - b_0 - b_1 \, x_i)\,(-x_i)$$

$$= -2 \sum (x_i \, y_i - b_0 \, x_i - b_1 \, x_i^2) = 0$$

$$= \sum x_i \, y_i - b_0 \sum x_i = b_1 \sum x_i^2$$

$$= \sum x_i \, y_i - \bar{y} - b_i \, \bar{x} \sum x_i = b_1 \sum x_i^2$$

$$= \sum x_i \, y_i - \sum x_i \, \bar{y} - b_i \sum \bar{x} \, x_i = b_1 \sum x_i^2$$

$$= \sum x_i \, y_i - \frac{\sum x_i \, (\sum y_i)}{n} = b_i \left(\sum x_i^2 - \frac{(x_i)^2}{n}\right)$$

$$= b_i \left(\sum x_i^2 - \frac{(x_i)^2}{n}\right) = \sum x_i \, y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}$$

$$\mathrm{b}_1 = \frac{\sum \sum x_i \, y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}}{\left(\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}\right)}$$

Selanjutnya untuk meminimumkan Persamaan (2.7), maka di turunkan terhadap β_0 :

$$\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial b_0} = 2 \sum (y_i - b_0 - b_1 x_i)(-1)$$

$$= \sum y_i - n\, b_0 - b_1 \sum x_i = 0$$

$$b_0 = \frac{\sum y_i - b_i \sum x_i}{n}$$

$$b_0 = \frac{\sum y_i - b_1 \sum x_i}{n}$$

$$b_0 = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b_1 \sum x_i}{n}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

Estimasi b_0 dan b_1 dari persamaan regresi linier sederhana dengan menggunakan metode kuadrat terkecil dinotasikan dengan $\hat{\beta}_1$ yaitu nilai yang di duga dari b_1 dan $\hat{\beta}_0$ yaitu nilai dari b_0 dengan rumus:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum x_i y_i - \left(\frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}\right)}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

Dengan n adalah jumlah data pengamatan $\bar{y}$ adalah nilai rata-rata y . setelah $\hat{\beta}_1$ dan $\hat{\beta}_0$ diperoleh maka estimasi persamaan regresi linier sederhana menjadi:

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i + \varepsilon \qquad i = 1, 2, \ldots, n \tag{2.8}$$

Pada metode kuadrat terkecil ini untuk mendapatkan nilai a , b_1 , dan b_2 kita dapat menggunakan metode kuadrat terkecil dengan rumus sebagai berikut :

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 \tag{2.9}$$

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_2 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \tag{2.10}$$

Persamaan regresi linier berganda dengan dua variabel bebas mempunyai perhitungan nilai a, b_1, dan b_2 . Menggunakan metode kuadrat terkecil yaitu dengan meminimumkan nilai $G = \sum e^2$ atau $G = \sum(Y - a - b_1x_1 - b_2x_2)^2$.

Dengan menyamakan fungsi-fungsi turunan pertama parsial dari jumlah G terhadap setiap nilai a, b_1 dan b_2 .

Turunan pertama dari G terhadap a menjadi:

$$\frac{\partial G}{\partial a} = 2\sum (Y - a - b_1x_1 - b_2x_2)(-1)$$

$$= \sum Y - \sum a - b_1 \sum x_1 - b_2 \sum x_2 \quad (2.11)$$

$$\frac{\partial G}{\partial b_1} = 2\sum (Y - a - b_1x_1 - b_2x_2)(-X_1)$$

$$= \sum x_1\ y - b_1 \sum x_1^2 - b_2 \sum x_1x_2 \quad (2.12)$$

$$\frac{\partial G}{\partial b_2} = 2\sum (Y - a - b_1x_1 - b_2x_2)(-X_2)$$

$$= \sum x_1\ y - b_1 \sum x_1^2 - b_2 \sum x_1x_2 \quad (2.13)$$

Dengan menggunakan Persamaan (2.12) dan (2.13) unuk mendapatkan nilai b_1 dan b_2 menggunakan sistem eliminasi. Mencari nilai b_1 dilakukan dengan mengoperasikan atau menggunakan Persamaan (2.12), sehingga di peroleh Persamaan (2.9) sebagai berikut:

$$b_1 = \frac{\sum x_1 y \sum x_2^2 - \sum x_1 y \sum x_1 x_2}{\sum x_2^2 \sum x_1^2 - (\sum x_1 x_2)^2}$$

Mencari nilai b_2 dilakukan dengan mengoperasikan atau menggunakan Persamaan (2.12) dan Persamaan (2.13) sehingga diperoleh Persamaan (2.11), sebagai berikut:

$$b_2 = \frac{\sum x_2 y \sum x_1^2 - \sum x_1 y \sum x_1 x_2}{\sum x_2^2 \sum x_1^2 - (\sum x_1 x_2)^2}$$

2.4 Multikolinieritas

Menurut Gujarati (2003),multikolinieritas adalah suatu kondisi dimana terjadi korelasi yang kuat diantara variabel-variabel bebas (X) yang diikutsertakan dalam pembentukan model regresi linier. Jelas bahwa multikolinieritas adalah suatu kondisi yang menyalahi asumsi regresi linier. Tentu saja, multikolinieritas tidak mungkin terjadi apabila variabel bebas (X) yang diikutsertakan hanya satu.

Dalam bentuk matriks, multikolinieritas adalah suatu kondisi buruk atau *ill condition* dari matriks $X'X$ yaitu suatu kondisi yang tidak memenuhi asumsi klasik. Jika multikolinieritas terjadi antara dua variabel atau lebih dalam suatu persamaan regresi, maka nilai perkiraan koefisien dari variabel yang bersangkutan menjadi tak berhingga, sehingga tidak mungkin lagi menduganya. Hal ini disebabkan $X'X$ menjadi singular atau $X'X$ mendekati nol.

Ada beberapa cara untuk mengetahui ada tidaknya multikolinieritas,yaitu:

a. Nilai Korelasi (Korelasi antar Peubah Bebas)

Prosedur ini merupakan pendeteksian yang paling sederhana dan paling sederhana dan paling mudah. Nilai korelasi yang tinggi antara peubah satu dengan yang lainnya memperlihatkan adanya hubungan linier pada peubah-peubah tersebut.

b. Nilai Kondisi

Ada beberapa metode untuk menghitung nilai kondisi (ϕ) yang menunjukkan tingkat multikolinieritas. Vonod dan Ulah (1981) menyarankan bahwa nilai kondisi diberikan oleh:

$$\phi = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} \quad (2.14)$$

Montgomery dan Peck (1992) mendefinisikan nilai kondisi merupakan perbandingan dari λ_{max} dan λ_{min} yang didapat dari matriks korelasi dan memberikan kategori multikolinieritas berdasarkan nilai kondisi yang di peroleh, adapun persamaan perbandingan dari λ_{max} dan λ_{min} sebagai berikut:

$$\phi = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} \quad (2.15)$$

dengan:

λ_{max} adalah nilai eigen yang terbesar (maksimum)

λ_{min} adalah nilai eigen yang terkecil (minimum)

Jika:

$\phi < 100$ maka disebut multikolinieritas rendah

$100 \leq \phi < 1000$ maka disebut multikolinieritas cukup kuat

$\phi \geq 1000$ maka disebut multikolinieritas kuat

Nilai kondisi yang terlalu besar mengindifikasikan multikolinieritas yang serius. Nilai kondisi yang terlalu besar menunjukkan ketidakstabilan koefisien regresi terhadap perubahan dalam data variabel bebas.

Pagel dan Lunnebor (1985) menyatakan bahwa nilai kondisi adalah :

$$\phi = \sum_i^p \frac{1}{\lambda_i} \quad (2.16)$$

c. VIF *(Varians Inflantion Factors)*

VIF adalah elemen-elemen diagonal utama dari invers matriks korelasi. VIF digunakan sebagai kriteria untuk mendeteksi multikolinieritas pada regresi linier berganda yang melibatkan lebih dari dua variabel bebas. Nilai VIF lebih besar dari 10 mengindifikasikan adanya masalah multikolinieritas yang serius. VIF untuk koefisien regresi ke-j didefinisikan sebagai berikut:

$$VIF_J = \frac{1}{1-R_J^2} \quad (2.17)$$

Dengan:

$R_J^2 =$ koefisien determinasi antar X_j dengan variabel bebas lainnya;

$j = 1, 2, \ldots, n$

2.5 Uji F

Uji F dilakukan untuk melihat pengaruh variabel-variabel bebas secara keseluruhan terhadap variabel terikat. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan F_{tabel}. Untuk uji statistik koefisien berganda, uji statistiknya menggunakan uji F ini dengan memakai rumus:

$$F_{hitung} = \frac{R^2/K}{(1-R^2)/(n-k-1)} \tag{2.18}$$

Keterangan:

R : koefisien korelasi berganda

k : jumlah variabel bebas

n : jumlah anggota sampel

Prosedur uji statitistiknya adalah sebagai berikut:

a. Menentukan hipotesis

H_O : $\beta_i = 0$ (tidak ada pengaruh secara signifikan antara variabel bebas secara simultan atau bersama-sama terhadap variabel terikat atau Y)

H_1 : $\beta_i \neq 0$ (ada pengaruh secara signifikan antara variabel bebas secara simultan atau bersama-sama terhadap variabel terikat atau Y)

b. Menentukan taraf nyata (α)dan nilai F_{tabel}

Nilai taraf nyata yang digunakan 0.05 dan nilai F tabel memiliki $v_1 = k$ dan $v_2 = n - k - 1$

c. Menentukan kriteria pengujian dan memberikan kesimpulan

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ berarti H_0 di tolak, dan jika $F_{hitung} < F_{tabel}$berarti H_0 diterima. Kemudian menghitung nilai F tabel dan membuat kesimpulan ketika F_{hitung} dibandingkan dengan F_{tabel}.

Berdasarkan uji F dari F_{hitung} yang lebih kecil dari F_{tabel}berarti semua variabel bebas X berpengaruh secara signifikan terhadap nilai taksiran Y .

2.6 *Ridge Regression* (Regresi Gulud)

Menurut RE Walpole dan R.H Mayers pada tahun 1985, dengan adanya multikolinieritas dapat menyebabkan pendugaan koefisien regresi sangat tidak stabil dan sensitif terhadap perubahan data. Selain itu dapat menyebabkan perbedaan koefisien untuk data sampel yang berbeda cenderung besar. Oleh sebab itu diperlukan suatu metode penaksiran alternatif yang memberi hasil penaksiran yang baik yang menghasilkan penduga koefisien regresi bias tetapi cenderung mempunyai ketepatan yang lebih baik.

Prosedur regresi gulud diusulkan pertama kali oleh A.E Hoerl pada tahun 1962 dan dibahas secara mendalam dalam dua tulisan Hoerl dan Kennard. Prosedur tersebut diajukan untuk mengatasi multikolinieritas dan kolom matriks dari X tidak bebas linier yang menyebabkan matriks $X'X$ hampir singular.

Pada metode regresi gulud, penduga koefisien regresi yang dihasilkan adalah penduga bias. Penaksiran metode alternatif tidak sebaik metode kuadrat terkecil karena jumlah kuadrat residual tidak terlalu kecil dan koefisien korelasi ganda tidak terlalu besar tetapi lebih potensial untuk ketepatan yang lebih baik.

Regresi gulud merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah multikolinieritas melalui modifikasi terhadap metode kuadrat terkecil Neter, Waserman dan Kutner (1990) dalam Herwindiati (1997). Modifikasi tersebut ditempuh dengan cara menambah tetapan bias k yang relatif kecil pada diagonal matriks $X'X$, sehingga koefisien penduga gulud dipengaruhi oleh besarnya tetapan bias k . Dengan demikian parameter dugaan akan menjadi:

$$\widehat{\beta}\quad (k) = (X^{*'}X^{*} + kI)^{-1} \quad X^{*'}Y \qquad ,k \geq 0 \qquad (2.19)$$

dengan:

$\widehat{\beta}$: Vektor koefisien regresi gulud

$X'X$: Matriks korelasi peubah X

k : Tetapan bias

I : Matriks identitas

$X'Y$: Vektor korelasi antara Y dan peubah X

Pemilihan besarnya tetapan bias k merupakan masalah yang perlu diperhatikan. Tetapan bias k yang diinginkan adalah tetapan bias yang menghasilkan bias relatif kecil dan menghasilkan koefisien penduga yang relatif stabil. Ada beberapa acuan yang digunakan untuk memilih besarnya k, diantaranya dengan memilih besarnya VIF dan melihat pola kecenderungan jejak gulud. Jejak gulud berupa plot dari penduga regresi gulud secara bersama dengan berbagai kemungkinan nilai tetapan bias k Gibbons dan McDonald (1984) dalam Herwindiati 1997. Nilai k yang dipilih yaitu k yang memberikan nilai penduga regresi gulud $\widehat{\beta}\,(k)$ yang relatif stabil.

Hoerl dan Kennard (1970) dalam Gusriani (2004) menentukan nilai k dengan menggunakan jejak gulud yang merupakan suatu plot data antara $\widehat{\beta}\,(k)$ dengan beberapa nilai k dalam selang antara 0 dan 1 hingga tercapai kestabilan pada parameter dugaannya. Akan tetapi pemilihan nilai k dengan jejak gulud menjadi prosedur yang subjektif karena memerlukan keputusan peneliti untuk menentukan nilai k yang akan dipilih, Montgomery dan Peck (1992). Hoerl, Kennard, dan Balwin (1975) dalam Gusriani (2004) menyarankan pemilihan k dengan menggunakan rumus HKB:

$$\widehat{K}\ (HKB) = P\hat{\sigma}^2 /\ \widehat{\beta}'\ \beta \qquad (2.20)$$

dengan:

P : banyaknya parameter diluar β_0

$\hat{\sigma}^2$ dan $\hat{\beta}$: diperoleh dari metode kuadrat terkecil

Pada penelitian selanjutnya Mongomery dan Peck (1992) mengajukan prosedur iterasi dengan menggunakan nilai k pada (2.20) sebagai nilai awal untuk menghitung nilai k dan selanjutnya $\hat{\beta}$ dan $\hat{\sigma}$ yang digunakan diperoleh dari metode regresi gulud dengan demikian prosedur ini akan berhenti jika :

$$\frac{[K(a_{i-1}) - K(a_i)}{K(a_i)} > \delta \text{ dan } T = \frac{trace(X'X)^{-1}}{p}$$

dengan $\delta = 20\ T^{-13}$

2.6.1 Pemusatan dan Pengskalaan *(Centering and Scaling)*

Pemusatan dan pengskalaan data merupakan bagian dari melakukan (*standardized)* variabel. Pemusatan merupakan perbedaan antara masing-masing pengamatan dan rata-ratadari semua pengamatan untuk variabel. Sedangkan pengskalaan meliputi gambaran pengamatan pada kesatuan (unit) standar deviasi dari pengamatan untuk variabel Kutner (2005). Berikut ini merupakanpembakuan variabel terikat Y dan variabel bebas $x_1, \ldots, x_k$:

$$\frac{Y_i - \bar{Y}}{S_y} \tag{2.21}$$

$$\frac{X_i - \bar{Y}_j}{S_{x_j}},\ j = 1, 2, \ldots, k \tag{2.22}$$

dengan:

$\bar{Y}$: Rata-rata dari Y

$\bar{X}_j$: Rata-rata dari pengamatan X_j

S_y : Standar deviasi dari Y

s_{x_j} : Standar deviasi dari X_j

Transformasi korelasi merupakan fungsi sederhana dari pembakuan variabel sehingga melalui transformasi diperoleh persamaan regresi berikut :

$$Y_i^* = \frac{1}{\sqrt{n-1}}\left(\frac{Y_i - \bar{Y}}{S_y}\right) \tag{2.23}$$

$$X_{ij}^* = \frac{1}{\sqrt{n-1}}\left(\frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{s_{X_j}}\right),\ j = 1, 2, \ldots, k \tag{2.24}$$

Berdasarkan transformasi variabel Y_i^* dan X_{ij}^* yang didefinisikan dengan transformasi korelasi pada model Persamaan (2.23) dan (2.24) di atas di peroleh model regresi sebagai berikut:

$$y_i = \beta_i^*\ X_{i1}^* + \beta_2^* X_{i2}^* + \ldots + \beta_k^* X_{ik}^*$$

Terdapat hubungan antara parameter regresi yang baku dengan parameter regresi, yaitu diantara parameter $\beta_1^*, \beta_2^*, \ldots, \beta_k^*$ pada model regresi baku dengan parameter $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$ pada model regresi linier berganda yang biasa terdapat satu hubungan linier. Hubungan antara kedua parameter dari dua model yang berbeda tersebut dijabarkan seperti dibawah ini Kutner (2005):

$$\beta_j = \left(\frac{s_y}{s_{X_j}}\right) \beta_j^* \text{ , } j = 1, 2, \ldots, k \tag{2.25}$$

$$\begin{aligned} \beta_0 &= \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}_1 - \beta_2 \bar{X}_2 -, \ldots, \beta_k \bar{X}_k \\ &= \bar{Y} - \textstyle\sum_{j=1}^{k} \beta_j \bar{X}_j \end{aligned} \tag{2.26}$$

2.6.2 Matriks Korelasi

Persamaan atau model yang didapat dari prosedur pemusatan dan pengskalaan dari persamaan (2.26), maka dapat di tuliskan dalam bentuk matriks seperti berikut;

$$\begin{bmatrix} {y_1}^* \\ {y_2}^* \\ {y_3}^* \\ \vdots \\ {y_k}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_1^* \\ \beta_2^* \\ \beta_3^* \\ \vdots \\ \beta_k^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{11}^* & X_{12}^* & X_{13}^* & \cdots & X_{1k}^* \\ X_{21}^* & X_{22}^* & X_{23}^* & \cdots & X_{2k}^* \\ X_{31}^* & X_{32}^* & X_{33}^* & \cdots & X_{3k}^* \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{n1}^* & X_{n2}^* & X_{n3}^* & \cdots & X_{nk}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1^* \\ \varepsilon_2^* \\ \varepsilon_3^* \\ \vdots \\ \varepsilon_n^* \end{bmatrix} \tag{2.27}$$

Selanjutnya dari persamaan bentuk matriks diatas didapat matriks $X^{*\prime}X^*$

Dan $X^{*\prime}Y^*$, yaitu:

$$X^{*\prime}X^* = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} X_{i1}^{*2} & \sum_{i=1}^{n} X_{i1}^* X_{i2}^* & \cdots & \sum_{i=1}^{n} X_{i1}^* X_{ik}^* \\ \sum_{i=1}^{n} X_{i2}^* X_{i1}^* & \sum_{i=1}^{n} X_{i2}^{*2} & \cdots & \sum_{i=1}^{n} X_{i2}^* X_{i2}^* \\ \vdots & \vdots & & \\ \sum_{i=1}^{n} X_{ik}^* X_{i1}^* & \sum_{i=1}^{n} X_{ik}^* X_{i2}^* & \cdots & \sum_{i=1}^{n} X_{ik}^{*2} \end{bmatrix} \tag{2.28}$$

$$X^{*\prime}Y^* = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} X_{i1}^* \\ \sum_{i=1}^{n} X_{i2}^* y_i^* \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^{n} X_{ik}^* y_i^* \end{bmatrix} \tag{2.29}$$

Pada persamaan (2.28) dan (2.29) di atas dapat diubah dalam bentuk matriks korelasi. Matriks pertama adalah matriks korelasi dari variabel X dan di notasikan dengan r_{xx} dan matriks yang kedua adalah vektor yang berisikan koefisien korelasi sederhana diantara variabel Y dan setiap variabel X yang dinotasikan dengan r_{xy}, yaitu :

$$r_{xy} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \tag{2.30}$$

$$r_{yx} = \begin{bmatrix} r_{y1} \\ r_{y2} \\ \vdots \\ r_{yk} \end{bmatrix} \tag{2.31}$$

Berdasarkan persamaan (2.30) dan (2.31) diperoleh persamaan seperti berikut ini :

$$X^{*\prime}X^{*} = r_{xy}$$

Untuk matriks kedua yaitu adalah vektor yang berisikan koefisien korelasi sederhana diantara variabel terikat Y dan setiap variabel bebas X,yang dinotasikan dengan r_{yx} . Matriks korelasinya didefinisikan sebagai berikut :

$$X^{*\prime}Y^{*} = r_{yx}$$

2.7 Koefisien Determinasi ($\boldsymbol{R^2}$)

Koefisien detrminasi adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar nilai variabel Y dijelaskan oleh variabel bebas X . Koefisien determinasi merupakan salah satu patokan yang biasanya digunakan untuk melihat suatu model regresi yang dicocokkan belum atau sudah memadai, yang dinotasikan dengan R^2. Untuk menghitung r^2, maka :

$$\mathrm{Y_i} = \hat{Y}_i + e_i \tag{2.32}$$

atau dalam bentuk simpangan baku, sebagai berikut:

$$y_i = \hat{y}_i + e_i \tag{2.33}$$

Dengan mengkuadratkan Persamaan (2.33) pada kedua sisi dan menjumlahkan untuk semua sampel, akan diperoleh:

$$\sum y_i^2 = \sum \hat{y}_i^2 + \sum e_i^2 + 2\sum \hat{y}_i\, e_i$$
$$= \sum y_i^2 + \sum e_i^2$$
$$= \hat{\beta}_i^2 \sum X_i^2 \qquad (2.34)$$

Berbagai jumlah kuadrat yang muncul dalam Persamaan (2.34) yang digambarkan sebagi berikut : $\sum y_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y})^2 =$ total variasi nilai Y yang sebenarnya disekitar rata-rata sampelya, yang bisa disebut sebagai jumlah kuadrat total *(total sum of squares, TSS*).

$\sum \hat{y}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{\bar{Y}})^2 = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = \sum (Y_i - \hat{Y})^2 =$ variasi nilai Y yang diaksir di sekitar rata-ratanya ($\hat{\bar{Y}} = \bar{Y}$) yang bisa disebut secara benar sebagai jumlah kuadrat akibat regresi. Atau cukup dengan jumlah kuadrat yang di jelaskan (*eksplained sum of squeres, ESS).* $\sum e_i^2$ = residual atau variasi yang tak terjelaskan (*unexplained)* dari nilai Y di sekitar garis regresi, atau cukup dengan jumlah kuadrat residual *(residual sum of squares,RSS).*

$$TSS = ESS + RSS$$
$$1 = \frac{ESS}{TSS} + \frac{RSS}{TSS}$$
$$= \frac{\sum(\hat{Y}_i - \hat{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} + \frac{\sum e_i^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}$$

ini dapat didefinisikan:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \hat{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{ESS}{TSS} \qquad (2.35)$$

Besaran R^2 yang didefinisikan demikian dikenal dengan detrminasi *(sampel)* dan merupakan besaran yang paling digunakan untuk mengukur kebaikan-sesuai *tase total variasi* dalam Y yang dijelaskan oleh model regresi.

Dua sifat R^2 dapat dicatat:

1. R^2 merupakan besaran non negatif
2. Batasan masalah $0 \leq R^2 \leq 1$. Suatu R^2 sebesar 1 berarti suatu kecocokan sempurna dengan variabel yang dijelaskan.

Meskipun R^2 dapat dihitung secara langsung dari definisinya yang diberikan dalam persamaan (2.35), R^2 dapat diperoleh secara lebih cepat dari rumus sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS}$$

$$= \frac{\sum \hat{y}_i^2}{\sum y_i^2} \qquad (2.36)$$

$$= \frac{\hat{\beta}_i^2 \sum X_i^2}{\sum y_i^2}$$

$$= \hat{\beta}_i^2 \left(\frac{\sum X_i^2}{\sum y_i^2}\right) \qquad (2.37)$$

Besaran pada persamaan di atas dapat di hitung baik dari $R = \pm\sqrt{R^2}$ atau dari definisinya.

$$R = \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{(\sum x_i^2)(\sum y_i^2)}}$$

$$= \frac{N\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N\sum {x_i}^2 - (\sum x_i)^2][N\sum y_i^2 - (\sum(y_i)^2]}} \qquad (2.38)$$

Setelah menghitung koefisien determinasi, maka kita akan dapat mengetahui seberapa besar variasi peubah tak bebas yang dapat dijelaskan oleh model regresi.

2.8 Definisi Posyandu

a. Pengertian Posyandu

Posyandu merupakan salah satu bentuk Upaya Kesehatan Berbasis Masyarakat (UKBM) yang dikelola dan diselenggarakan dari, oleh, untuk dan bersama masyarakat dalam penyelenggaraan pembangunan kesehatan guna memberdayakan masyarakat dan memberikan kemudahan kepada masyarakat dalam memperoleh pelayanan kesehatan dasar/sosial dasar untuk mempercepat penurunan Angka Kematian Ibu dan Angka Kematian Bayi.

Posyandu yang terintegrasi adalah kegiatan pelayanan sosial dasar keluarga dalam aspek pemantauan tumbuh kembang anak. Dalam pelaksanaannya dilakukan secara koordinatif dan integratif serta saling memperkuat antar program dan kegiatan untuk kelangsungan pelayanan di posyandu sesuai dengan situasi/kebutuhan lokal yang dalam kegiatannya tetap memperhatikan aspek pemberdayaan masyarakat. Posyandu merupakan wadah pemberdayaan masyarakat yang dibentuk melalui musyawarah mufakat di desa/kelurahan dan dikelola oleh pengelola posyandu, yang dikukuhkan dengan keputusan kepala desa/lurah.

b. Strata Posyandu

1. Posyandu Pratama

   Posyandu yang kegiatannya belum bisa dilaksanakan secara rutin setiap bulan dan atau kadernya masih kurang dari 5 orang.

2. Posyandu Madya

   Posyandu yang kegiatannya sudah setiap bulan, dan kadernya minimal 5 orang. Tetapi kunjungan sasaran ke posyandu (D/S) dan cakupan kegiatan utamanaya (KIA,Gizi, KB, Immunisasi dan Penanggulangan Diare masih dibawah 50%, dan biasanya belum mempunyai kegiatan Integrasi Pelayanan Sosial Dasar.

3. Posyandu Purnama

   Posyandu yang kegiatannya sudah setiap bulan, kadernya minimal 5 orang dan D/S serta cakupan kegiatan utamanya (KIA,Gizi, KB, Immunisasi dan Penanggulangan Diare) sudah lebih 50% sudah mempunya kegiatan Integrasi Pelayanan Sosial Dasar sesuai kebutuhan masyarakat setempat, dan sudah mempunyai Dana Sehat yang diikuti oleh kurang dari 50% masyarakat di wilayah pelayanan Posyandu.

4. Posyandu Mandiri

   Posyandu yang kegiatannya sudah setiap bulan, kadernya minimal 5 orang dan cakupan kegiatan utamanya (KIA,Gizi, KB, Immunisasi dan

Penanggulangan Diare) sudah lebih dari 50%, sudah mempunyai kegiatan Integrasi Pelayanan Sosial Dasar sesuai kebutuhan masyarakat setempat, dan Dana sehatnya diikuti oleh lebih dari 50% masyarakat.

c. Manfaat Posyandu

Posyandu memiliki banyak manfaat untuk masyarakat,di antaranya:

1. Mendukung perbaikan perilaku,keadaan gizi dan kesehatan keluarga sehingga:
   a. Keluarga menimbang balitanya setiap bulan agar terpantau pertumbuhannya.
   b. Bayi 6-11 bulan memperoleh 1 kapsul vitamin A warna biru (100.000 SI)
   c. Anak balita 12-59 bulan memperoleh kapsul vitamin A warna merah (200.000 SI) setiap 6 bulan (Februari dan agustus)
   d. Bayi 0-11 bulan memperoleh immunisasi hepatitis B 4 kali,BCG 1 kali,Polio 4 kali, DPT 3 kali dan Campak 1 kali.
   e. Bayi di beri ASI sejak lahir sampai umur 6 bulan (ASI eksklusif)
   f. Bayi mulai berumur 6 bulan diberikan makan pendamping
   g. Pemberian ASI dilanjutkan sampai umur 2 tahun atau lebih
   h. Bayi/anak diare segera diberikan:
      - ASI lebih sering dari biasa
      - Makanan seperti biasa
      - Larutan oralit dan minum air lebih banyak
   i. Ibu hamil minum 1 tablet tambah darah setiap hari
   j. Ibu hamil mau memeriksakan diri secara teratur dan mau melahirkan ditolong oleh tenaga kesehatan.
   k. Ibu hamil dan Wanita Usia Subur (WUS) mendapat immunisasi Tetanus Toxoid (TT) setelah melalui penapisan TT.
   l. Setelah melahirkan ibu segera melaksanakan Inisiasi Menyusui Dini (MD)
   m. Ibu nifas minum 2 kapsul vitamin A warna merah (200.000 SI)

- 1 (satu) kapsul segera setelah melahirkan
- 1 (satu) kapsul 24 jam stelah pemberian kapsul pertama

n. Ibu hamil, nifas dan menyusui makan hidangan bergizi lebih banyak dari saat sebelum hamil.

o. Keluarga meggunakan garam beryodium setiap kali memasak.

p. Keluarga mengkonsumsi pangan /makanan beragam,bergizi dan seimbang.

q. Keluarga memanfaatkan pekarangan sebagai warung hidup/meningkatkan gizi keluarga

2. Mendukung perilaku hidup bersih dan sehat
3. Mendukung pencegahan penyakit yang berbasis lingkungan dan penyakit yang dapat dicegah dengan immunisasi.
4. Mendukung Pelayanan Keluarga Berencana, sehingga Pasangan Usia Subur (PUS)
5. Mendukung pemberdayaan keluarga dan masyarakat dalam penganekaragaman pangan melalui pemanfaatan pekarangan untuk memotivasi kelompok desa wisma berperan aktif.

d. Kegiatan Utama Posyandu

Kegiatan utama diposyandu meliputi:

1. Kesehatan Ibu dan Anak (KIA)
   - Pemberian Tablet Tambah Darah (TTD) atau pil besi minimal 3 kali pemberian atau 90 TTD
   - Immunisasi TT
   - Pemeriksaan kehamilan (minimal 4 kali selama hamil)
2. Gizi
   - Pemantauan Pertumbuhan Melalui Penimbangan Bulanan
   - Pemberian vitamin A dosis tinggi (Februari dan Agustus)
3. Immunisasi Bayi

   Hepatitis (4 kali), BCG (1 kali), Polio (4 kali), DPT (3 kali) dan Campak (1 kali).
4. KB

Pemberian Pil atau Kondom

5. Penanggulangan Diare

Pemberian oralit dan pengobatan