Model Regresi Multivariat Terbaik Untuk Mengetahui Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Derajat Kesehatan di Indonesia

Riyan Hidayat
Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu
Email : Riyan_Studio07@yahoo.com

ABSTRAK

Model regresi multivariat merupakan model regresi linier dengan lebih dari satu variabel *dependent* $\boldsymbol{Y}$ yang saling berkorelasi dan satu atau lebih variabel *independent* $\boldsymbol{X}$**.** Pada analisis model regresi multivariat pemilihan model terbaik merupakan suatu hal penting. Hal ini dikarenakan pemilihan model terbaik pada model regresi multivariat tergantung banyaknya variabel *independent* yang terlibat dalam model. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia dan dapat menentukan model regresi multivariat terbaik berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia. Berdasarkan hasil pemilihan model menggunakan metode AIC_C diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia yaitu persentase kelahiran yang dilakukan oleh tenaga medis, persentase imunisasi lengkap dan persentase rumah tangga menggunakan fasilitas jamban sendiri.

Kata Kunci : Model Regresi Multivariat, Derajat Kesehatan, AIC_C

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini, kesejahteraan adalah salah satu aspek yang penting dalam kehidupan bermasyarakat yang dapat dilihat dari derajat kesehatan penduduknya. Kesehatan merupakan investasi untuk mendukung pembangunan ekonomi serta memiliki peran penting dalam upaya penanggulangan kemiskinan.

Kondisi pembangunan kesehatan secara umum dapat dilihat dari status kesehatan dan gizi masyarakat, yaitu angka kematian bayi, prevalensi gizi buruk balita dan angka harapan hidup.

Indikator kesehatan di Indonesia pada setiap tahun memang menunjukkan perbaikan. Namun, laju perbaikan itu masih terbilang lambat. Situasi kesehatan di Indonesia masih tertinggal jauh dari Singapura, Malaysia, Thailand, dan Filipina.

Berdasarkan uraian diatas, faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia sangat perlu diketahui sebagai bahan evaluasi pembangunan kesehatan agar Indonesia tidak tertinggal jauh dari negara-negara *ASEAN* lain dalam hal pembangunan. Metode statistika yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia adalah dengan menggunakan model regresi multivariat.

Salah satu metode dalam pemilihan model terbaik yang sangat terkemuka adalah *AIC (Akaike Information Criteria)*. Walaupun *AIC* merupakan metode yang sudah terbukti secara luas, tetapi hal ini masih mempunyai kekurangan. Pada pemodelan regresi, Hurvich dan Tsai (1989) menunjukkan bahwa ketika sampel berukuran kecil, atau ketika jumlah parameter yang pas menjadi sedikit lebih besar dari ukuran kecil, metode *AIC* menjadi metode yang kurang pas untuk pemilihan model. Selanjutnya mereka merumuskan metode baru sebagai versi perbaikan dari metode *AIC* yang disebut sebagai AIC_C. Pada pemilihan model menggunakan metode AIC_C cenderung lebih baik dan lebih mengurangi bias dari pada pemilihan model menggunakan *AIC*.

Pemakaian model regresi multivariat ini mengacu pada penelitian yang pernah dilakukan oleh (Riskiyanti dan Wulandari, 2010) dengan judul *Analisis Regresi Multivariat Berdasarkan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Derajat Kesehatan di Provinsi Jawa Timur*.

Berdasarkan uraian dan juga acuan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, peneliti bermaksud untuk melanjutkan penelitian tersebut dengan judul ***"Model Regresi Multivariat Terbaik Untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Derajat Kesehatan di Indonesia Tahun 2013"*** dengan tetap menggunakan faktor-faktor yang berpengaruh pada penelitian sebelumnya dan menambahkan faktor-faktor lain yang tidak dimasukkan pada penelitian sebelumnya serta pada penelitian ini peneliti akan menggunakan metode AIC_C sebagai metode yang digunakan pada pemilihan model terbaiknya.

Serta tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia dan dapat membuat model regresi multivariat terbaik berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Derajat Kesehatan

Kesehatan adalah suatu keadaan fisik, mental, dan sosial yang terbebas dari suatu penyakit sehingga seseorang dapat melakukan aktifitas secara optimal.

Indikator utama yang digunakan untuk melihat derajat kesehatan penduduk adalah angka kematian bayi, angka harapan hidup, dan status gizi buruk balita (Anonim, 2015a).

Angka Kematian Bayi

Angka kematian bayi adalah angka yang menunjukkan banyaknya kematian bayi usia 0 tahun dari setiap 1000 kelahiran hidup pada tahun tertentu atau dapat dikatakan juga sebagai probabilitas bayi meninggal sebelum mencapai usia satu tahun (dinyatakan dengan per seribu kelahiran hidup) (Anonim, 2014b).

Angka Harapan Hidup

Angka harapan hidup pada suatu umur X adalah rata-rata tahun hidup yang dijalani oleh seseorang yang telah berhasil mencapai umur X, pada suatu tahun tertentu, dalam situasi mortalitas yang berlaku di lingkungan masyarakat (Anonim, 2014b).

Status Gizi Buruk Balita

Status gizi balita dapat diukur berdasarkan umur, berat badan(BB) dan tinggi badan (TB). Variabel umur, BB dan TB ini disajikan dalam bentuk tiga indikator *atropometri*, yaitu : berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U) dan berat badan menurut tinggi badan (BB/TB) (Anonim, 2013).

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Derajat Kesehatan

Menurut Blum (1984) ada 4 faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat atau perorangan. Faktor-faktor tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Lingkungan
2. Perilaku
3. Pelayanan Kesehatan
4. Kependudukan/keturunan

Model Regresi Multivariat

Model regresi linier multivariat adalah model regresi linier dengan lebih dari satu variabel *dependent* $\boldsymbol{Y}$ yang saling berkorelasi dan satu atau lebih variabel *independent* $\boldsymbol{X}$ (Johnson dan Wichern, 2002).

Dengan model sebagai berikut :

$$\boldsymbol{Y}_{(\boldsymbol{n}\times\boldsymbol{p})} = \boldsymbol{X}_{(\boldsymbol{n}\times(\boldsymbol{q}+\boldsymbol{1}))}\boldsymbol{\beta}_{((\boldsymbol{q}+\boldsymbol{1})\times\boldsymbol{p})} + \boldsymbol{\varepsilon}_{(\boldsymbol{n}\times\boldsymbol{p})} \quad (1)$$

dengan $\boldsymbol{E}(\boldsymbol{\varepsilon}_{(i)}) = 0$ dan $\boldsymbol{Cov}(\boldsymbol{\varepsilon}_{(i)}, \boldsymbol{\varepsilon}_{(k)}) = \boldsymbol{\sigma}_{ik}I$ dimana $i, k = 1,2, \dots m$ (Johnson dan Wichern, 2002).

Asumsi tambahan yang berkenaan dengan model adalah sebagai berikut :

$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{Y}) = \boldsymbol{X\beta}$ atau $\boldsymbol{E}(\boldsymbol{\varepsilon}) = 0$

$\boldsymbol{cov}(\boldsymbol{y_i}) = \Sigma$ untuk semua $i = 1,2, \dots, n$ dimana $\boldsymbol{y_i}^{\boldsymbol{T}}$ adalah baris ke-i dari matriks $\boldsymbol{Y}$

$\boldsymbol{cov}(\boldsymbol{y_i}, \boldsymbol{y_j}) = 0$ untuk semua $i \neq j$

(Rencher, 2002).

Koefisien Korelasi Antar Variabel Dependent

Koefisien Korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan linier antar dua variabel, cara yang dapat digunakan adalah dengan menghitung matriks korelasi antar variabel (Johnson dan Winchern, 2002).

Dengan persamaan sebagai berikut :

$$r_{ik} = \frac{1}{n-1}\sum_{r=1}^{n}\left(\frac{x_{ir}-\bar{x}_i}{\sqrt{s_{ii}}}\right)\left(\frac{x_{kr}-\bar{x}_k}{\sqrt{s_{kk}}}\right) \quad (2)$$

dimana $i = 1,2, \dots p$ dan $k = 1,2, \dots p$

nilai r_{ik} berada antara $-1 \leq r_{ik} \leq 1$, ketika $r_{ik} = 0$ artinya tidak ada hubungan antar variabel, hubungannya sempurna bila $r_{ik} = \pm 1$, +1 artinya hubungannya searah dan -1 bila berlawanan arah (Johnson dan Winchern, 2002).

Pengujian Kebebasan Linier Antar Variabel Dependent

Pengujian kebebasan antar variabel *dependent* digunakan untuk melihat apakah ada hubungan antara tiap variabel *dependent* sebagai syarat pada model regresi multivariat. Jika variabel *dependent* bersifat tidak saling bebas maka analisis regresi multivariat dapat dilanjutkan, jika tidak maka akan dilanjutkan dengan analisis secara univariat.

Untuk menguji kebebasan antar variabel *dependent* dapat dilakukan uji *Barlett Sphericity*.

Urutan pengujiannya sebagai berikut (Nugroho, 2008):

Hipotesis :

H_0 : antar variabel *dependent* bersifat saling bebas

H_1 : antar variabel *dependent* bersifat tidak saling bebas

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0.05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Uji *Barlett Sphericity* akan menolak H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} > \mathcal{X}^2_{\alpha, \frac{p(p-1)}{2}}$

Uji *Barlett Sphericity* akan menerima H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} \leq \mathcal{X}^2_{\alpha, \frac{p(p-1)}{2}}$

Statistik Uji :

$$\lambda^2_{hitung} = -\left[(N-1) - \frac{(2p+5)}{6}\right] \ln|\boldsymbol{R}| \quad (3)$$

Keterangan :

N : Jumlah observasi

$|\boldsymbol{R}|$: Determinan matriks korelasi dari masing-masing variabel *dependent*

p : Jumlah variabel *dependent*

Kesimpulan :

Jika H_0 ditolak berarti antar variabel *dependent* bersifat tidak saling bebas, tetapi jika H_0 diterima berarti antar variabel *dependent* bersifat saling bebas.

Estimasi Parameter Model Multivariat

Pada regresi multivariat estimator dari kuadrat terkecil $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ dapat dibuat dengan bentuk sebagai berikut:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = (\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{Y}$$

Akaike Information Criteria Corrected (*AIC*)

Metode dalam pemilihan model terbaik yang akan digunakan adalah metode AIC_C yaitu *Akaike Information Criteria Corrected* (Hurvich dan Tsai, 1989).

Berikut perhitungan nilai AIC_C :

$$AIC_C = n\left(\ln\left|\hat{\Sigma}\right| + q\right) + 2(p + q + 0.5q(q+1))\left(\frac{n}{(n-p-q-1)}\right) \quad (5)$$

dimana q menyatakan banyaknya variabel *dependent*, p menyatakan banyaknya variabel *independent* dan $\left|\hat{\Sigma}\right|$ adalah matriks varian kovarian residual berukuran $N \times N$ (Cavanaugh, 1997).

Himpunan variabel *independent* terbaik $\boldsymbol{X}$ adalah himpunan variabel yang memiliki nilai AIC_C yang terkecil (Cavanaugh, 1997).

Pengujian Signifikansi Model

Untuk menguji signifikansi model akan dilakukan secara serentak dan juga parsial.

Uji Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah secara keseluruhan parameter signifikan dalam model, dengan urutan pengujiannya sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2002):

Hipotesis :

H_0 : $\boldsymbol{\beta_{11}} = \boldsymbol{\beta_{12}} = \cdots = \boldsymbol{\beta_{q1}} = \cdots = \boldsymbol{\beta_{qp}} = 0$ (model tidak signifikan)

H_1 : Tidak semua $\boldsymbol{\beta_{qp}}$ sama dengan nol (model signifikan)

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Jika $\Lambda_{hitung} \leq \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 ditolak

Jika $\Lambda_{hitung} > \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 diterima

Statistik Uji :

$$\Lambda = \frac{|\boldsymbol{E}|}{|\boldsymbol{E}+\boldsymbol{H}|} \quad (6)$$

Dengan

$$\boldsymbol{H} = \widehat{\boldsymbol{\beta}}^T\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}}$$

$$\boldsymbol{E} = \boldsymbol{Y}^T\boldsymbol{Y} - \boldsymbol{H}$$

$$\boldsymbol{E} + \boldsymbol{H} = \boldsymbol{Y}^T\boldsymbol{Y}$$

Kesimpulan :

Jika H_0 ditolak maka secara keseluruhan parameter tidak sama dengan nol sehingga model signifikan, tetapi Jika H_0 diterima maka secara keseluruhan parameter sama dengan nol sehingga model tidak signifikan.

Uji Parsial

Pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh signifikan setiap variabel *independent* terhadap variabel-variabel *dependent* secara parsial. Dengan tahapan pengujiannya sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2002):

Hipotesis :

H_0 : $\boldsymbol{\beta_{q1}} = \boldsymbol{\beta_{q2}} = \cdots = \boldsymbol{\beta_{qp}} = 0$ (parameter regresi *independent* q terhadap variabel *dependent* p

tidak berpengaruh secara signifikan)

H_1 : Tidak semua $\boldsymbol{\beta_{qp}}$ sama dengan nol (parameter regresi *independent* q terhadap variabel *dependent* p berpengaruh secara signifikan)

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Jika $\Lambda_{hitung} \leq \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 ditolak

Jika $\Lambda_{hitung} > \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 diterima

Statistik Uji :

$$\Lambda = \frac{|\boldsymbol{E}|}{|\boldsymbol{E}+\boldsymbol{H}|} \tag{7}$$

Dengan

$$\boldsymbol{H} = \widehat{\boldsymbol{\beta}}^T \boldsymbol{X}^T \boldsymbol{X} \widehat{\boldsymbol{\beta}}$$

$$\boldsymbol{E} = \boldsymbol{Y}^T \boldsymbol{Y} - \boldsymbol{H}$$

$$\boldsymbol{E} + \boldsymbol{H} = \boldsymbol{Y}^T \boldsymbol{Y}$$

Kesimpulan :

Jika H_0 ditolak maka parameter regresi *independent* q terhadap variabel *dependent p* berpengaruh secara signifikan, tetapi Jika H_0 diterima maka parameter regresi *independent* q terhadap variabel *dependent* p tidak berpengaruh secara signifikan.

Keeratan Hubungan Variabel *Dependent* dan *Independent*

Pada regresi multivariat, ukuran yang digunakan untuk mengukur hubungan antar variabel *dependent* dan *independent* adalah Eta Square Lambda yang dinyatakan oleh persamaan

$$\eta_\Lambda^2 = 1 - \Lambda \tag{8}$$

dengan Λ adalah nilai wilk's lambda, η_Λ^2 adalah nilai keterkaitan antar variabel *dependent* dan *independent* dengan $0 \leq \eta_\Lambda^2 \leq 1$. Artinya, semakin mendekati 1 berarti hubungan antara variabel *dependent* dan *independent* semakin erat (Rencher, 2002).

Uji Asumsi Residual

Ada tiga asumsi residual yang harus dipenuhi dalam model regresi multivariat yaitu residual bersifat identik, residual bersifat saling bebas, dan residual berdistribusi normal.

Uji Asumsi Residual Bersifat Identik

Untuk menguji syarat ini dapat menggunakan statistik uji *Box's M* (Rencher, 2002)

Hipotesis :

H_0 : $\boldsymbol{\Sigma_1} = \boldsymbol{\Sigma_2} = \cdots = \boldsymbol{\Sigma_k} = \cdots = \boldsymbol{\Sigma}$

H_1 : Minimal ada satu : $\boldsymbol{\Sigma_i} \neq \boldsymbol{\Sigma_j}$ untuk $i \neq j$

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Jika $u > \mathcal{X}^2_{tabel} = \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{1}{2}(k-1)p(p+1)}$ maka H_0 ditolak.

Jika $u \leq \mathcal{X}^2_{tabel} = \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{1}{2}(k-1)p(p+1)}$ maka H_0 diterima.

Statistik Uji :

$$u = -2(1 - c_1) \ln M \tag{9}$$

Dengan

$$\ln M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{k} v_i \, ln|\boldsymbol{s_i}| - \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{k} v_i\right) \ln |\boldsymbol{S_{pool}}|$$

$$\boldsymbol{S_{pool}} = \frac{\sum_{i=1}^{k} v_i \boldsymbol{S_i}}{\sum_{i=1}^{k} v_i}$$

$$c_1 = \left[\sum_{i=1}^{k} \frac{1}{v_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^{k} v_i}\right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)}\right]$$

$$v_i = n_i - 1$$

Keterangan :

k : Banyaknya kelompok

p : Banyaknya variabel residual

$\boldsymbol{S_i}$: Matriks varian – kovarian residual kelompok ke – i

n_i : Jumlah observasi kelompok ke – i

Kesimpulan :

Jika H_0 ditolak yang berarti matriks-matriks varian kovarian residual adalah tidak homogen, tetapi Jika H_0 diterima yang berarti matriks-matriks varian kovarian residual adalah homogen dan dapat disimpulkan residual bersifat identik.

Uji Asumsi Residual Bersifat Saling Bebas

Untuk menguji syarat ini dapat dilakukan uji *Barlett Sphericity*. Urutan pengujiannya sebagai berikut (Nugroho, 2008):

Hipotesis :

H_0 : Residualnya bersifat saling bebas

H_1 : Residualnya bersifat tidak saling bebas

Taraf Pengujian :

$$\alpha = 0{,}05$$

Kriteria Penolakan :

Uji *Barlett* akan menolak H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} > \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{p(p-1)}{2}}$

Uji *Barlett* akan menerima H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} \leq \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{p(p-1)}{2}}$

Statistik Uji :

$$\lambda^2_{hitung} = -\left[(N-1) - \frac{(2p+5)}{6}\right] \ln |\boldsymbol{R}| \quad (10)$$

Keterangan :

N : Jumlah observasi

$|\boldsymbol{R}|$: Determinan matriks korelasi dari masing-masing variabel residual

p : Jumlah variabel residual

Kesimpulan :

Jika H_0 ditolak berarti residualnya bersifat tidak saling bebas, tetapi Jika H_0 diterima berarti residualnya bersifat saling bebas.

Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal Multivariat

Urutan pengujiannya sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2002):

Hipotesis :

H_0 : Residual berdistribusi normal multivariat

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal multivariat

Taraf Pengujian :

$$\alpha = 0{,}05$$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Tolak H_0 jika $> 50\%$ nilai $d_i^2 > \chi^2_{tabel} = q_{c,3}\left(\frac{i-\frac{1}{2}}{33}\right)$

Terima H_0 jika $\geq 50\%$ nilai $d_i^2 \leq \chi^2_{tabel} = q_{c,3}\left(\frac{i-\frac{1}{2}}{33}\right)$

Statistik Uji :

$$d_i^2 = (\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_i - \overline{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}})^T \boldsymbol{S}^{-1} (\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_i - \overline{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}}) \quad (11)$$

dimana $i = 1,2,\dots,n$

Keterangan :

$\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_i$: Vektor residual pengamatan ke $-i$

$\overline{\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}}_i$: Vektor rata-rata residual pengamatan

$(\boldsymbol{S}_i)^{-1}$: Invers matriks varian-kovarian residual berukuran $q \times q$

Kesimpulan :

Jika H_0 ditolak berarti residualnya berdistribusi normal multivariat, tetapi Jika H_0 diterima berarti residualnya berdistribusi normal multivariat.

HASIL dan PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif Variabel Dependent

Statistik deskriptif variabel *dependent* yang diteliti, bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing variabel *dependent.*

Tabel 2. Statistik Deskriptif Variabel *Dependent*

	N	*Minimum*	*Maximum*	*Mean*
AKB	33	1,9312	3,8198	3,1632
AHH	33	67,7300	78,5900	73,6297
Gizi_Buruk	33	0,0166	1,3250	0,1927
Valid N *(listwise)*	33			

Statistik Deskriptif Variabel *Independent*

Statistik deskriptif variabel *independent* yang diteliti, bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing variabel *independent.*

Tabel 3. Statistik Deskriptif Variabel *Independent*

	N	*Min*	*Max*	*Mean*
Persentase_Tenaga_Medis	33	33,31	99,89	88,82
Persentase_Air_Minum	33	24,00	82,00	61,81
Persentase_Imunisasi	33	66,60	99,70	86,63
Persentase_Jamban	33	50,20	88,40	72,58
Persentase_Diabetes	33	0,80	3,70	2,09
Persentase_ASI	33	25,20	79,70	56,59
Valid N *(listwise)*	33			

Pengujian Koefisien Korelasi Antar Variabel *Dependent*

Koefisien Korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan linier antar dua variabel, cara yang dapat digunakan adalah dengan menghitung matriks korelasi antar variabel (Johnson dan Winchern, 2002).

Dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh matriks korelasi sebagai berikut:

$$\boldsymbol{R} = \begin{bmatrix} 1 & -0{,}51205 & 0{,}17352 \\ -0{,}51205 & 1 & -0{,}43319 \\ 0{,}17352 & -0{,}43319 & 1 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan matriks **R** di atas dapat di simpulkan karena tidak ada nilai 0 diantara hubungan antar variabel maka hubungan antar variabel *dependent* dikatakan sempurna.

Pengujian Kebebasan Linier Antar Variabel *Dependent*

Hipotesis :

H_0 : Antar variabel *dependent* bersifat saling bebas

H_1 : Antar variabel *dependent* bersifat tidak saling bebas

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Uji *Barlett Sphericity* akan menolak H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} > \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{p(p-1)}{2}}$

Uji *Barlett Sphericity* akan menerima H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} \leq \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{p(p-1)}{2}}$

Statistik Uji :

Dengan menggunakan persamaan (2.7.1) diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\lambda^2_{hitung} = -\left[(33-1) - \frac{(2(3)+5)}{6}\right] \ln(0{,}5970) = 15{,}560$$

Kesimpulan :

Karena nilai $\lambda^2_{hitung} = 15{,}560 > \mathcal{X}^2_{0.05,3} = 7{,}815$ maka H_0 ditolak yang artinya antar variabel *dependent* bersifat tidak saling bebas.

Estimasi Parameter

Selanjutnya parameter-parameter pada regresi multivariat perlu diestimasi terlebih dahulu. Estimasi ini bertujuan untuk mendapatkan dugaan besarnya nilai-nilai parameter-parameter pada regresi multivariat. (Rencher, 2002).

Dengan menggunakan persamaan 4 diperoleh matriks $\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ berukuran (7×3) sebagai berikut :

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{(7\times 3)} = \begin{bmatrix} -0{,}000 & 0{,}000 & -0{,}000 \\ -0{,}023 & 0{,}271 & -0{,}382 \\ 0{,}169 & -0{,}242 & 0{,}096 \\ -0{,}491 & 0{,}015 & -0{,}259 \\ -0{,}411 & 0{,}528 & -0{,}144 \\ -0{,}314 & 0{,}306 & -0{,}025 \\ -0{,}022 & -0{,}027 & 0{,}090 \end{bmatrix}$$

Matriks ini biasa disebut sebagai parameter regresi.

Dari matriks yang diperoleh di atas dapat dibuat model regresi multivariat sebagai berikut :

$$\boldsymbol{Y_1} = -0{,}000 - 0{,}023\boldsymbol{X_1} + 0{,}169\boldsymbol{X_2} - 0{,}491\boldsymbol{X_3} - 0{,}411\boldsymbol{X_4} - 0{,}314\boldsymbol{X_5} - 0{,}022\boldsymbol{X_6}$$

$$\boldsymbol{Y_2} = 0{,}000 + 0{,}271\boldsymbol{X_1} - 0{,}242\boldsymbol{X_2} + 0{,}015\boldsymbol{X_3} + 0{,}528\boldsymbol{X_4} + 0{,}306\boldsymbol{X_5} - 0{,}027\boldsymbol{X_6}$$

$$\boldsymbol{Y_3} = -0{,}000 - 0{,}382\boldsymbol{X_1} + 0{,}096\boldsymbol{X_2} - 0{,}259\boldsymbol{X_3} - 0{,}144\boldsymbol{X_4} - 0{,}025\boldsymbol{X_5} - 0{,}090\boldsymbol{X_6}$$

Pemilihan Model Terbaik dengan Metode $\boldsymbol{AIC_C}$

Dengan menggunakan persamaan (5) diperoleh nilai-nilai AIC_C sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai AIC_C dari Kombinasi Variabel **X**

No	Variabel *Independent*	AIC_C
1	$\boldsymbol{X_1}$	73,53876
2	$\boldsymbol{X_2}$	73,53869
3	$\boldsymbol{X_3}$	73,53874
4	$\boldsymbol{X_4}$	73,53873
5	$\boldsymbol{X_5}$	73,53867
6	$\boldsymbol{X_6}$	77,23119
7	$\boldsymbol{X_1X_2}$	70,71974
⋮	⋮	⋮
60	$\boldsymbol{X_1X_3X_4X_5X_6}$	45,13714
61	$\boldsymbol{X_2X_3X_4X_5X_6}$	55,46514
62	$\boldsymbol{X_1X_2X_3X_4X_5X_6}$	33,86527

Berdasarkan nilai dari Tabel 4. di atas didapatkan variabel *independent* terbaik adalah variabel $\boldsymbol{X_1}, \boldsymbol{X_2}, \boldsymbol{X_3}, \boldsymbol{X_4}, \boldsymbol{X_5}\ dan\ \boldsymbol{X_6}$ yaitu masing-masing adalah persentase penolong kelahiran dari tenaga medis, persentase rumah tangga menggunakan air minum layak, persentase imunisasi lengkap, persentase rumah tangga menggunakan fasilitas jamban sendiri, persentase penduduk yang menderita penyakit diabetes dan persentase pemberian ASI ekslusif.

Pengujian Signifikansi Model Regresi

Untuk menguji signifikansi model akan dilakukan secara serentak dan juga parsial.

Uji Serentak

Pengujian secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah secara keseluruhan parameter signifikan dalam model, dengan urutan pengujiannya sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2002):

Hipotesis :

H_0 : $\boldsymbol{\beta_{11}} = \boldsymbol{\beta_{12}} = \cdots = \boldsymbol{\beta_{q1}} = \cdots = \boldsymbol{\beta_{qp}} = 0$ (model tidak signifikan)

H_1 : Tidak semua $\boldsymbol{\beta_{qp}}$ sama dengan nol (model signifikan)

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Jika $\Lambda_{hitung} \leq \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 ditolak

Jika $\Lambda_{hitung} > \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 diterima

Statistik Uji :

Dengan menggunakan persamaan (6) diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\Lambda = \frac{|\boldsymbol{E}|}{|\boldsymbol{E}+\boldsymbol{H}|} = \frac{4648{,}93}{19563{,}11} = 0{,}237$$

Kesimpulan :

Karena didapat nilai $\Lambda_{hitung} = 0{,}237 \leq \Lambda_{0{,}05;3;6;30} = 0{,}392$ maka H_0 ditolak yang artinya secara serentak multivariat, paling tidak ada satu parameter yang signifikan berpengaruh terhadap model.

Uji Parsial

Pengujian yang dilakukan setelah menguji model secara serentak yaitu melakukan uji parsial. Pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh signifikan setiap variabel *independent* terhadap variabel-variabel *dependent* secara parsial. Tahapan pengujiannya sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2002):

Hipotesis :

a. Variabel $\boldsymbol{X_1}$ persentase penolong kelahiran oleh tenaga medis
   H_0: $\boldsymbol{\beta_{11}} = \boldsymbol{\beta_{12}} = \boldsymbol{\beta_{13}} = 0$
   H_1: Minimal ada satu $\boldsymbol{\beta_{qp}} \neq 0$
b. Variabel $\boldsymbol{X_2}$ persentase rumah tangga menggunakan fasilitas air minum sendiri
   H_0: $\boldsymbol{\beta_{21}} = \boldsymbol{\beta_{22}} = \boldsymbol{\beta_{23}} = 0$
   H_1: Minimal ada satu $\boldsymbol{\beta_{qp}} \neq 0$
c. Variabel $\boldsymbol{X_3}$ persentase imunisasi lengkap
   H_0: $\boldsymbol{\beta_{31}} = \boldsymbol{\beta_{32}} = \boldsymbol{\beta_{33}} = 0$
   H_1: Minimal ada satu $\boldsymbol{\beta_{qp}} \neq 0$
d. Variabel $\boldsymbol{X_4}$ persentase rumah tangga menggunakan fasilitas jamban sendiri
   H_0: $\boldsymbol{\beta_{41}} = \boldsymbol{\beta_{42}} = \boldsymbol{\beta_{43}} = 0$
   H_1: Minimal ada satu $\boldsymbol{\beta_{qp}} \neq 0$
e. Variabel $\boldsymbol{X_5}$ persentase penduduk yang menderita penyakit diabetes
   H_0: $\boldsymbol{\beta_{51}} = \boldsymbol{\beta_{52}} = \boldsymbol{\beta_{53}} = 0$
   H_1: Minimal ada satu $\boldsymbol{\beta_{qp}} \neq 0$
f. Persentase $\boldsymbol{X_6}$ pemberian ASI eksklusif
   H_0: $\boldsymbol{\beta_{61}} = \boldsymbol{\beta_{62}} = \boldsymbol{\beta_{63}} = 0$
   H_1: Minimal ada satu $\boldsymbol{\beta_{qp}} \neq 0$

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Jika $\Lambda_{hitung} \leq \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 ditolak

Jika $\Lambda_{hitung} > \Lambda_{\alpha;p;v_H;v_E}$ maka H_0 diterima

Statistik Uji :

Dengan menggunakan persamaan (7) diperoleh hasil yang dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5. Nilai *Wilk's Lamda* dari setiap variabel $independent$

Variabel	*Wilk's Lambda*	$\Lambda_{0,05;3;1;31}$
$\boldsymbol{X_1}$	0,680	0,760
$\boldsymbol{X_2}$	0,886	0,760
$\boldsymbol{X_3}$	0,655	0,760
$\boldsymbol{X_4}$	0,601	0,760
$\boldsymbol{X_5}$	0,937	0,760
$\boldsymbol{X_6}$	0,995	0,760

Kesimpulan :

Berdasarkan Tabel 5. di atas didapatkan variabel $\boldsymbol{X_1}$, $\boldsymbol{X_3}$ dan $\boldsymbol{X_4}$ yang nilai *Wilk's Lamda* nya $\leq \Lambda_{0,05;3;1;31} = 0{,}760$ maka variabel $\boldsymbol{X_1}$, $\boldsymbol{X_3}$ dan $\boldsymbol{X_4}$ signifikan terhadap model, yang artinya persentase penolong kelahiran oleh tenaga medis, persentase imunisasi lengkap dan persentase rumah tangga menggunakan jamban sendiri berpengaruh secara signifikan terhadap angka kematian bayi, angka harapan hidup dan juga prevalensi status gizi buruk balita.

Keeratan Hubungan Variabel *Dependent* dan *Independent*

Pada regresi multivariat, ukuran yang digunakan untuk mengukur hubungan antar variabel *dependent* dan *independent* adalah *Eta Square Lambda*. Dengan menggunakan persamaan (8) diperoleh hasil $\eta_\Lambda^2 = 1 - \Lambda = 1 - 0{,}2376 = 0{,}7623$, karena nilai $\eta_\Lambda^2 = 0{,}7623$. Ini dapat dikatakan bahwa model dapat menjelaskan informasi data sebesar $76{,}23\%$ (Rencher, 2002).

Pengujian Asumsi Residual

Pengujian Asumsi Residual Bersifat Identik

Untuk menguji syarat ini dapat dipergunakan statistik uji *Box's M* (Rencher, 2002)

Hipotesis :

H_0 : $\boldsymbol{\Sigma_1} = \boldsymbol{\Sigma_2} = \cdots = \boldsymbol{\Sigma_k} = \cdots = \boldsymbol{\Sigma}$

H_1 : Minimal ada satu : $\boldsymbol{\Sigma_i} \neq \boldsymbol{\Sigma_j}$ untuk $i \neq j$

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Jika $u > \mathcal{X}^2_{tabel} = \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{1}{2}(k-1)p(p+1)}$ maka H_0 ditolak.

Jika $u \leq \mathcal{X}^2_{tabel} = \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{1}{2}(k-1)p(p+1)}$ maka H_0 diterima.

Statistik Uji :

Dengan menggunakan persamaan (9) diperoleh hasil sebagai berikut :

$u = -2(1 - 0{,}0338)(-7{,}926) = 15{,}316$

Kesimpulan :

Karena nilai $u = 15{,}316 \leq \mathcal{X}^2_{0,05;12} = 21{,}026$ itu artinya H_0 diterima yang berarti matriks-matriks varian kovarian residual adalah homogen dan dapat disimpulkan residual bersifat identik.

Pengujian Asumsi Residual Bersifat Saling Bebas

Untuk menguji syarat ini dapat dilakukan uji *Barlett Sphericity*. Urutan pengujiannya sebagai berikut (Nugroho, 2008):

Hipotesis :

H_0 : Antar variabel residualnya bersifat saling bebas

H_1 : Antar variabel *r*esidualnya bersifat tidak saling bebas

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Penolakan :

Uji *Barlett* akan menolak H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} > \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{p(p-1)}{2}}$

Uji *Barlett* akan menerima H_0 jika nilai $\lambda^2_{hitung} \leq \mathcal{X}^2_{\alpha,\frac{p(p-1)}{2}}$

Statistik Uji :

Dengan menggunakan persamaan (10) diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\lambda^2_{hitung} = -\left[(33-1) - \frac{(2(3)+5)}{6}\right] \ln(0{,}849) = 4{,}9153$$

Kesimpulan :

Karena nilai $\lambda^2_{hitung} = 4{,}9153 < \mathcal{X}^2_{0.05,3} = 7{,}815$ maka H_0 diterima yang artinya antar residual bersifat *independent* atau saling bebas.

Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal Multivariat

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dapat dilakukan dengan melihat banyaknya nilai d_i^2 yang kurang dari nilai kuantil *Chi-square*. Jika nilai d_i^2 yang kurang dari nilai kuantil *Chi-square* lebih dari 50% maka residual berdistribusi normal multivariat. Urutan pengujiannya sebagai berikut (Johnson dan Wichern, 2002):

Hipotesis :

H_0 : Residual berdistribusi normal multivariat

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal multivariat

Taraf Pengujian :

$\alpha = 0{,}05$

Kriteria Pengambilan Keputusan :

Tolak H_0 jika $> 50\%$ nilai $d_i^2 > \chi^2_{tabel} = q_{c,3}\left(\frac{i-\frac{1}{2}}{33}\right)$

Terima H_0 jika $\geq$ 50% nilai $d_i^2 \leq \chi^2_{tabel} = q_{c,3}\left(\frac{i-\frac{1}{2}}{33}\right)$

Statistik Uji :

a. Residual $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_1$

Tabel 6. Uji Residual $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_1$ Berdistribusi Normal

j	$d^2{}_{(j)}$	$q_{c,3}\left(\frac{j-\frac{1}{2}}{33}\right)$
1	0,000	0,045
2	0,000	0,136
⋮	⋮	⋮
33	4,525	2,954

Berdasarkan Tabel 6. sebanyak 88% nilai $d^2{}_{(j)} < q_{c,3}\left(\frac{j-\frac{1}{2}}{33}\right)$.

b. Residual $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_2$

Tabel 7. Uji Residual $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_2$ Berdistribusi Normal

j	$d^2{}_{(j)}$	$q_{c,3}\left(\frac{j-\frac{1}{2}}{33}\right)$
1	0,002	0,045
2	0,002	0,136
⋮	⋮	⋮
33	6,909	2,954

Berdasarkan Tabel 7. sebanyak 93% nilai $d^2{}_{(j)} < q_{c,3}\left(\frac{j-\frac{1}{2}}{33}\right)$.

c. Residual $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_3$

Tabel 8. Uji Residual $\hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_3$ Berdistribusi Normal

j	$d^2{}_{(j)}$	$q_{c,3}\left(\frac{j-\frac{1}{2}}{33}\right)$
1	0,001	0,045
2	0,001	0,136
⋮	⋮	⋮
33	18,541	2,954

Berdasarkan Tabel 8. sebanyak 93% nilai $d^2{}_{(j)} < q_{c,3}\left(\frac{j-\frac{1}{2}}{33}\right)$.

Kesimpulan :

Karena masing-masing variabel residual $\geq$ 50% nilai $d_i^2 \leq \chi^2_{tabel} = q_{c,3}\left(\frac{i-\frac{1}{2}}{33}\right)$ maka setiap variabel residual berdistribusi normal sehingga secara bersama-sama (multivariat) variabel tersebut juga dapat dianggap memenuhi asumsi normal multivariat (Nugroho, 2008).

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan yaitu persentase penolong kelahiran yang dilakukan oleh tenaga medis, persentase imunisasi lengkap dan persentase rumah tangga menggunakan fasilitas jamban sendiri.
2. Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan yang diperoleh, dapat dibuat model regresi multivariat terbaiknya sebagai berikut :

$$\boldsymbol{Y_1} = -0{,}00000011 - 0{,}23233\,\boldsymbol{X_1} - 0{,}49106\,\boldsymbol{X_3} - 0{,}4112\,\boldsymbol{X_4}$$

$$\boldsymbol{Y_2} = 0{,}00000003 + 0{,}27196\,\boldsymbol{X_1} + 0{,}015128\,\boldsymbol{X_3} + 0{,}528617\,\boldsymbol{X_4}$$

$$\boldsymbol{Y_3} = -0{,}000000078 - 0{,}38242\,\boldsymbol{X_1} - 0{,}25989\,\boldsymbol{X_3} - 0{,}14425\,\boldsymbol{X_4}$$

Dari hasil perhitungan nilai *Eta Square Lambda* diperoleh hasil $\eta^2_\Lambda = 1 - \Lambda$ = 1 – 0,23 = 0,7623, ini dapat dikatakan bahwa model dapat menjelaskan informasi data sebesar 76,23%.

Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan antara lain :

1. Untuk pemerintah dapat lebih memfokuskan pada peningkatan persalinan yang dibantu oleh tenaga medis, meningkatkan pemberian imunisasi secara lengkap, dan juga banyak memberikan penyuluhan kepada masyarakat untuk dapat menggunakan fasilitas jamban sendiri agar dapat menekan angka kematian bayi, menurunkan status gizi buruk balita, serta dapat meningkatkan angka harapan hidup pada masyarakat di Indonesia.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat memasukkan variabel-variabel lain yang diduga mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia dan juga menggunakan metode-metode pemilihan model terbaik yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Aminuddin., Sudarno., dan Sugito. (2013). *Pemilihan Model Regresi Linier Multivariat Terbaik Dengan Kriteria Mean Square Error*. UNDIP.

Anonim. (2003). *WHO Definition of Health.* http://who.int/about/definiton/ diakses pada tanggal 3 Maret 2015.

Anonim. (2013). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2012.* Depkes. Jakarta.

Anonim. (2014a). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013.* Depkes. Jakarta.

Anonim. (2014b). *Badan Pusat Statistik.* http://Sirusa.bps.go.id/ diakses pada tanggal 12 Desember 2014.

Anonim. (2015). *Masalah Kesehatan di Indonesia.* http://www.academia.edu/5273136/ diakses pada tanggal 20 Januari 2015.

Anton, H. (1995). *Aljabar Linear Elementer*. Erlangga. Jakarta.

Bilodeau, M., dan Brenner, D. (1999). *Teory of Multivariate Statistics*. Springer-Verlag New York Inc. New York.

Blum, H. L. (1984). *The Environment of Health*. Human Sciences Press. New York.

Breiman, L., and Friedman, J. H. (1997). *Predicting Multivariate Response in Multiple Linier Regression.* Journal of the Royal Statistical Society Vol 59, No 1.

Cavanaugh, J. E. (1997). *Unifying the Derivations for the Akaike and Corrected Akaike Information Criteria.* Departement of Statistics, University of Missouri. Columbia. http://myweb.uiowa.edu/ diakses pada tanggal 5 Desember 2014.

Hurvich, C. M., and Tsai, C. L. (1989). *Regression and Time Series Model*

Selection in Small Samples. Biometrika Vol 76, No 2.

Johnson, R.A., and Wichern, D. (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey.

Lay, D. C. (2006). *Linier Algebra and Its Applications*. Pearson Education Inc. Boston.

Notoatmodjo, S. (2010). *Kesehatan Masyarakat Ilmu dan Seni.* Rieneke Cipta. Jakarta.

Nugroho, S. (2008). *Statistika Multivariat Terapan*. Unib Press. Bengkulu.

Rencher, A.C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. John Wiley & Sons Inc. New York.

Riskiyanti, R., dan Wulandari. (2010). *Analisis Regresi Multivariat Berdasarkan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Derajat Kesehatan di Provinsi Jawa Timur.* Jurnal Statistika Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. *http://digilib.its.ac.id/* diakses pada tanggal 16 November 2014.

Sawer, S. (2010). *Multivariate Linier Models.* http://www.math.wustl.edu/ diakses pada tanggal 25 Desember 2014.

Widarjono, A. (2005). *Ekonometrika Teori dan Aplikasi Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.