

**MODEL REGRESI PROBIT DATA PANEL PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA
KABUPATEN/KOTA DI PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Haslinda¹, Muhammad Nusrang², Muhammad Kasim Aidid³

^{1,2,3}Prodi Statistika FMIPA UNM Makassar

e-mail: haslinda.stat@gmail.com

Abstrak. Salah satu model regresi yang dapat digunakan pada data peubah terikat kualitatif adalah regresi model probit. Pada penelitian ini, pemodelan probit menggunakan data panel yaitu data pengamatan unit *cross-section* yang dilakukan pada beberapa waktu. Pendekatan model panel yang digunakan adalah *random effect* dengan metode estimasi parameter *Maximum Likelihood Estimation* menggunakan pendekatan integral *Gauss Hermite*. Data pada penelitian ini merupakan data sekunder dari BPS Provinsi Sulawesi Selatan. Peubah terikat dalam penelitian ini adalah data kategori IPM di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018 dengan nilai 1 menunjukkan kategori IPM tinggi dan nilai 0 menunjukkan kategori IPM sedang. Sedangkan peubah bebasnya adalah angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, persentase penduduk miskin, dan laju pertumbuhan PDRB. Peubah bebas yang berpengaruh signifikan terhadap kategori IPM di Provinsi Sulawesi Selatan adalah rata-rata lama sekolah (X2). Semakin tinggi rata-rata lama sekolah, maka probabilitas kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berada pada kategori IPM tinggi semakin besar.

Kata Kunci : *Indeks Pembangunan Manusia, Maximum Likelihood Estimation, Probit Data Panel, Random Effect*

© 2020 Author(s). Published by Department of Statistics, Universitas Negeri Makassar. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Analisis regresi merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar peubah. Dalam analisis regresi, peubah dibedakan menjadi dua, yaitu peubah terikat (*dependent variable*) dan peubah bebas (*independent variable*). Analisis regresi digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara peubah terikat dan peubah bebas, kemudian mempelajari dan memikirkan alasan hubungan tersebut terjadi (Tiro, 2010). Data peubah terikat dalam analisis regresi umumnya bersifat numerik, namun terdapat juga peubah terikat yang menggunakan data kategorik. Analisis regresi yang sering digunakan pada data peubah terikat kategorik adalah analisis regresi logistik.

Selain itu, analisis regresi yang dapat digunakan adalah regresi model probit (Gujarati, 2004). Model probit diperkenalkan pada tahun 1934 pertama kali oleh Chester Bliss (Agresti, 2007). Perbedaan regresi logistik dengan probit terletak pada penggunaan fungsi untuk menghitung probabilitasnya yang berbeda yaitu fungsi logit untuk regresi logistik dan fungsi normal kumulatif untuk regresi probit. Beberapa peneliti yang pernah membandingkan model logit dan probit antara lain Tinungki (2010); Febriawan, Aridinanti, dan Wibawati (2014); Putri dan Ratnasari (2015); serta Nurmalasari, Ispriyanti, dan Sudarno (2017). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa model logit dan probit memberikan hasil yang serupa namun pada pemilihan model terbaiknya, model probit lebih baik karena nilai *goodness of fit* model probit lebih kecil dibanding model logit.



Dalam penelitian ini, regresi probit akan diaplikasikan pada data panel. Data panel merupakan data gabungan dari data *cross section* dan data *time-series* dimana pengambilan data dilakukan secara berulang pada rentang waktu tertentu terhadap peubah dan subjek yang sama. Kelebihan data panel adalah mampu memberikan informasi yang lebih banyak, lebih variatif, dan mampu mengontrol heterogenitas serta mampu mengukur efek yang data *time-series* maupun *cross section* tidak bisa lakukan (Gujarati, 2004). Pada probit data panel terdapat tiga pendekatan model, yaitu *pooled model*, *fixed effect model*, dan *random effect model* (Gujarati, 2004). Model probit *random effect* menghasilkan estimasi yang konsisten dan mampu mengatasi masalah heterogenitas sedangkan model probit *fixed effect* menghasilkan estimasi yang tidak konsisten dan kurang efisien jika terdapat, masalah heterogenitas karena akan membutuhkan peubah boneka yang banyak. Oleh karena itu, model probit data panel lebih populer menggunakan model *random effect* (Maddala, 1987).

Penelitian mengenai regresi probit data panel pernah dilakukan oleh Suharni (2015) pada kasus rata-rata jumlah anak lahir hidup di provinsi Jawa Timur dan diperoleh hasil bahwa umur kawin, angka kematian bayi, rata-rata lama sekolah, dan laju pertumbuhan ekonomi berpengaruh secara signifikan. Widyandini (2016) pada kasus ketahanan pangan provinsi di Indonesia dan diperoleh hasil bahwa persentase penduduk miskin, persentase rumah tangga tanpa akses listrik, dan angka harapan hidup berpengaruh secara signifikan. Pada penelitian ini, regresi probit data panel akan diaplikasikan pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM) kabupaten/kota provinsi Sulawesi Selatan.

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah pengukuran perbandingan dari harapan hidup, angka melek huruf, pendidikan dan standar hidup untuk semua negara di seluruh dunia. IPM pertama kali diperkenalkan UNDP pada tahun 1990 (BPS, 2017). Perkembangan pembangunan manusia di suatu daerah dapat dilihat melalui pertumbuhan IPM dan status pencapaian IPM. BPS (2017) mengelompokkan status pencapaian IPM ke dalam empat kategori, yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Status IPM regional Indonesia termasuk kategori sedang dan tinggi, begitu juga dengan status IPM di Provinsi Sulawesi Selatan. Pertumbuhan IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, namun berdasarkan status pencapaian IPM hanya terdapat lima kabupaten/kota yang berada pada kategori tinggi. Ini menunjukkan bahwa pembangunan manusia di Sulawesi Selatan belum merata. Sehingga dilakukan penelitian menggunakan regresi probit data panel dengan pendekatan *random effect* pada IPM di Provinsi Sulawesi Selatan, sehingga diperoleh besar probabilitas faktor-faktor yang mempengaruhi IPM secara signifikan

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Distribusi Data

Distribusi data yang digunakan adalah distribusi bernoulli dan distribusi normal. Distribusi Bernoulli ditemukan oleh seorang ahli matematika bernama Jacob Bernoulli. Distribusi ini bersumber dari Percobaan Bernoulli, yaitu percobaan yang menghasilkan dua kemungkinan yaitu "Sukses" dan "Gagal". Peubah acak Y dikatakan berdistribusi Bernoulli dengan fungsi kepekatkan peluang (Gujarati, 2004) sebagai berikut:

$$f(y_i, p) = \begin{cases} p^{y_i}(1-p)^{1-y_i}, & y_i = 0,1 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

Distribusi normal merupakan distribusi yang memiliki parameter mean dan varian dengan kurva *Probability Density Function* berbentuk seperti lonceng. pdf untuk $Y \sim N(\mu, \sigma^2)$ (Gujarati, 2004) adalah sebagai berikut:

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \text{ untuk } -\infty < y < \infty \quad (2)$$

Maka CDF (*Cumulative Distribution Function*) adalah sebagai berikut:

$$P(Y \leq y) = F(y) = \int_{-\infty}^y \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dt \quad (3)$$

Dimana distribusi normal baku memiliki nilai $\mu = 0$ dan $\sigma^2 = 1$, maka pdf distribusi normal baku $Z \sim N(0,1)$ adalah sebagai berikut:

$$\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}z^2\right) \text{ untuk } -\infty < z < \infty \quad (4)$$

Maka cdf normal baku adalah sebagai berikut:

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}t^2\right) dt \quad (5)$$

2.2 Data Panel

Jenis data dalam ekonometrik yang umum digunakan adalah data *time-series* (runtun waktu), data *cross section* (data silang) dan data panel. Data *time-series* merupakan data yang diamati dari satu atau lebih peubah pada

beberapa periode waktu, sedangkan data *cross section* merupakan data dari satu atau lebih peubah pada suatu unit sampel yang diamati pada waktu yang sama. Data panel merupakan data unit *cross-section* yang diamati pada beberapa periode waktu. Misalkan dilakukan pengamatan terhadap subjek sebanyak n yang saling bebas secara berulang pada waktu yang berbeda. Diberikan data panel (x_{ijt}, y_{it}) dengan $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, p; \text{ dan } t = 1, \dots, T_i$ dimana y_{it} adalah peubah terikat ke- i yang diamati pada waktu ke- t , x_{ijt} adalah subjek ke- i pada peubah bebas ke- j yang diamati pada waktu ke- t , T_i adalah banyak pengamatan ke- i , n adalah banyaknya subjek pengamatan, dan p adalah banyaknya peubah bebas.

2.3 Regresi Probit

Regresi probit diperkenalkan pertama kali pada tahun 19934 oleh Chester Ittner Bliss. Bliss (1934) mengemukakan bahwa istilah probit berasal dari kata *probability unit*, dengan kata lain model regresi probit merupakan model regresi yang berkaitan dengan unit-unit probabilitas (Agresti, 2007). Regresi probit merupakan metode regresi yang digunakan untuk menganalisis peubah terikat yang bersifat kategorik dan peubah bebas yang bersifat kategorik, numerik, atau gabungan keduanya (Gujarati, 2004). Model probit juga disebut model normit karena model probit menggunakan pendekatan cdf distribusi normal. Pemodelan regresi probit diawali dengan melihat model (Greene, 2012) sebagai berikut :

$$Y^* = \beta^T X + \varepsilon \quad (6)$$

Keterangan:

Y^* : vektor peubah terikat

β : vektor parameter koefisien dengan $\beta = [\beta_0 \ \beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_p]^T$

X : vektor peubah bebas dengan $X = [1 \ X_{1i} \ X_{2i} \ \dots \ X_{pi}]^T$

ε : error yang diasumsikan berdistribusi $N(0,1)$

Pengkategorian peubah terikat y_i^* dilakukan dengan memberikan tingkat ambang batas tertentu (*threshold*) misalnya γ . Sehingga pengkategorian peubah y_i^* (Greene, 2012) adalah sebagai berikut:

$$y_i = \begin{cases} 0, & \text{jika } y_i^* \leq \gamma \\ 1, & \text{jika } y_i^* > \gamma \end{cases}$$

Probabilitas untuk $y_i = 0$ atau $P(y_i = 0)$ adalah probabilitas “gagal”

$$P(y_i = 0) = P(y_i^* \leq \gamma) = \Phi(\gamma - \beta^T x_i)$$

Probabilitas untuk $y_i = 1$ atau $P(y_i = 1)$ adalah probabilitas “sukses”

$$P(y_i = 1) = P(y_i^* > \gamma) = 1 - P(y_i^* \leq \gamma) = 1 - \Phi(\gamma - \beta^T x_i)$$

dengan $\Phi(\gamma - \beta^T x_i) = \Phi(z)$ adalah fungsi distribusi kumulatif normal standar. Dengan demikian model probit biner adalah sebagai berikut:

$$P(x) = 1 - \Phi(\gamma - \beta^T x_i) \quad (7)$$

Metode estimasi parameter yang digunakan pada regresi probit adalah metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Misalkan dengan model regresi probit mempunyai variabel respon y_i dengan dua kategori, dimana variabel respon y_i berdistribusi Bernoulli (1,p) sehingga fungsi *likelihood* dari y_i adalah sebagai berikut (Greene, 2012):

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n [1 - \Phi(\gamma - \beta^T x_i)]^{y_i} [\Phi(\gamma - \beta^T x_i)]^{1-y_i} \quad (8)$$

Untuk mendapatkan parameter β , fungsi *likelihood* dimaksimumkan dengan menurunkan fungsi *likelihood*-nya terhadap parameter β .

2.4 Regresi Probit Data Panel

Regresi probit merupakan salah satu model regresi nonlinear. Model nonlinear lebih banyak menggunakan *random effect* dibandingkan *fix effect*. Model regresi probit data panel secara umum (Greene, 2012) sebagai berikut:

$$y_{it}^* = x_{it}\beta + u_i + v_{it}, i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T_i \quad (9)$$

Keterangan:

y_{it} : pengamatan peubah terikat untuk data ke- i pada periode waktu ke- t

x_{it} : vektor berukuran $1 \times p$ pada peubah bebas

β : vektor $p \times 1$ untuk koefisien parameter

u_i : *effect* individu yang tidak teramati

v_{it} : *random error*

Threshold dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_{it} = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{it}^* > 0 \\ 0 & \text{jikay}_{it}^* \leq 0 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh

$$P[y_{it} = 1] = P[y_{it}^* > 0] = P[v_{it} > -x_{it}\beta - u_i] = \Phi(x_{it}\beta + u_i) \tag{10}$$

Fungsi *likelihood* dari y_{it} adalah sebagai berikut:

$$L = \prod_{i=1}^N \int_{-\infty}^{\infty} [\prod_{t=1}^{T_i} f(y_{it}|x_{it}, u_i, \beta)] \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_u^2}} \exp\left(-\frac{u_i^2}{2\sigma_u^2}\right) du_i \tag{11}$$

Untuk menyelesaikan persamaan (11) digunakan metode numerik. Butler dan Moffit (1982) mengusulkan untuk menggunakan *Gaussian Quadrature*.

2.4 Metode *Gauss-Hermite Quadrature*

Metode *Gauss-Hermite Quadrature* merupakan metode numerik dimana nilai fungsi $f(x)$ dihitung pada beberapa titik tertentu untuk memperoleh nilai integrasi numerik. Bentuk integral akan ditaksir dengan formula (Greene, 2012) sebagai berikut:

$$\int_{-\infty}^{\infty} g(w_i) \exp(-w_i^2) dw_i \approx \sum_{m=1}^M w_m^* g(a_m^*) \tag{12}$$

$$w_m^* = \frac{2^{M-1} M! \sqrt{\pi}}{M^2 H_{M-1}(a_m^*)^2}$$

$$H_M(a^*) = (-1)^M e^{-\frac{x^2}{2}} \text{ atau } H_M(a^*) = (-1)^M e^{-x^2} \frac{d^M}{dx^M} (e^{-x^2})$$

Keterangan:

M : banyak *quadrature point*

w_m^* : bobot *quadrature* pada titik ke- m

a_m^* : absis dari *quadrature*, yaitu akar ke- i dari *Hermite Polynomial*

$H_M(a^*)$: *Hermite Polynomial*

Jika estimasi yang diperoleh pada turunan pertama tidak *close form*, maka digunakan metode iterasi *Newton Raphson* sehingga diperlukan matriks *Hessian*.

2.5 Pengujian Signifikansi Parameter

Statistik uji digunakan untuk mengetahui apakah peubah-peubah bebas yang digunakan pada model memiliki hubungan yang nyata dengan peubah terikatnya. Ada 2 pengujian yang dilakukan, yaitu uji serentak dan uji parsial.

Uji serentak dilakukan untuk melihat ada tidaknya pengaruh peubah bebas terhadap peubah terikat secara bersama-sama dengan menggunakan *likelihood ratio* (G^2). Hipotesis yang digunakan adalah (Agresti, 2007) sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta \neq 0$$

Statistik Uji :

$$G^2 = -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] \tag{13}$$

Keterangan:

$L(\hat{\omega})$: *maximum likelihood* tanpa peubah bebas

$L(\hat{\Omega})$: *maximum likelihood* dengan peubah bebas

Statistik uji akan mengikuti sebaran distribusi *Chi-square* (χ^2) dengan derajat bebas k yaitu banyaknya peubah bebas dalam model. H_0 akan ditolak jika nilai $G^2 > \chi^2_{(k;\alpha)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, yang berarti peubah bebas secara serentak mempengaruhi peubah terikat.

Pengujian parameter secara parsial menggunakan uji *Wald*. Uji *Wald* digunakan untuk menguji bagaimana masing-masing parameter peubah bebasnya mempengaruhi peubah terikatnya secara parsial (Agresti, 2007). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_p = 0$$

$$H_1 : \beta_p \neq 0, p = 1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji:

$$W = \left[\frac{\hat{\beta}_p}{SE(\hat{\beta}_p)} \right] \tag{14}$$

Keterangan:

$\hat{\beta}_p$: Penaksir β_p

$SE(\hat{\beta}_p)$: penaksir galat baku β_p

Statistik uji ini mengikuti sebaran distribusi *Chi-square* (χ^2) dengan derajat bebas 1, dimana H_0 akan ditolak nilai $|W_{hitung}| > \chi^2_{(1,\alpha)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, artinya peubah bebas mempengaruhi peubah terikatnya secara signifikan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari website BPS Provinsi Sulawesi Selatan. Data dalam penelitian ini merupakan data panel dengan jumlah unit pengamatan sebanyak 144 data yaitu data *time-series* selama enam tahun dari 2013 sampai 2018 dan data *cross section* meliputi 24 kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan.

3.2 Peubah Penelitian

Peubah terikat dan peubah bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel Penelitian

	Peubah	Skala Pengukuran	Satuan
Y :	Status Indeks Pemangunan Manusia (IPM)	Kategori: 0 = IPM Sedang 1 = IPM Tinggi	
X_1 :	Angka Harapan Hidup (AHH)	Rasio	Tahun
X_2 :	Rata-rata Lama Sekolah (RLS)	Rasio	Tahun
X_3 :	Persentase penduduk miskin	Rasio	Persen
X_4 :	Laju pertumbuhan PDRB	Rasio	Persen

3.3 Langkah Analisis

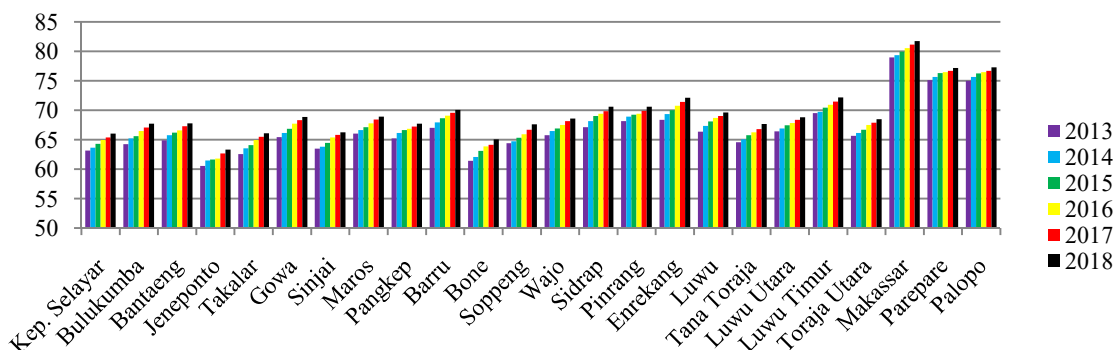
Langkah-langkah analisis yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mencari karakteristik IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan beserta faktor-faktor yang diduga berpengaruh dengan melakukan analisis deskriptif.
2. Melakukan estimasi parameter regresi probit data panel menggunakan pendekatan *random effect model*.
3. Menguji signifikansi parameter secara serentak menggunakan uji G^2 dan secara parsial menggunakan uji *Wald*.
4. Interpretasi model dan membuat kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

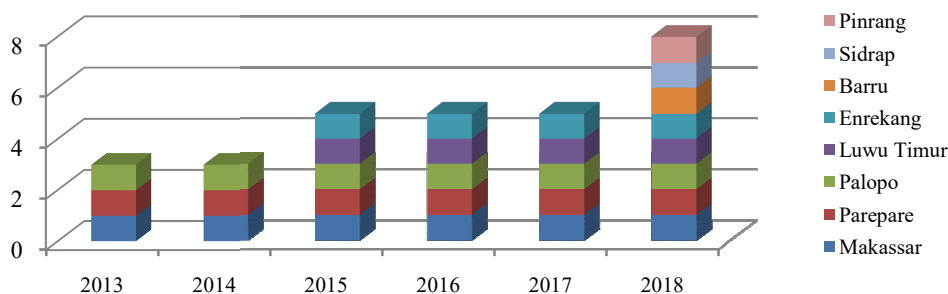
4.1. Karakteristik Peubah-Peubah Penelitian

Perkembangan IPM kabupaten/kota di provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perkembangan IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018

Gambar 1. Menunjukkan perkembangan angka IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018. Angka IPM tertinggi terdapat pada Kota Makassar sedangkan IPM terendah terdapat pada Kabupaten Jeneponto. Perkembangan IPM juga dapat dilihat dari status pencapaian IPM pada Gambar 2.

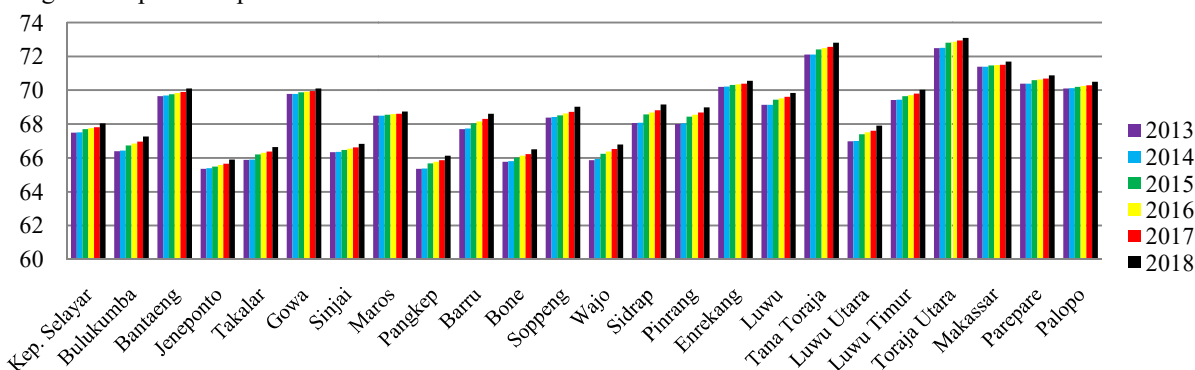


Gambar 2. Perkembangan status pencapaian IPM kategori tinggi di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018

Gambar 2. Menunjukkan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki status pencapaian IPM kategori tinggi dari tahun 2013 hingga 2018. Pada umumnya status pencapaian IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018 berada pada kategori sedang, sehingga perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi status pencapaian IPM.

Adapun faktor-faktor yang diduga mempengaruhi IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2013-2018 adalah sebagai berikut:

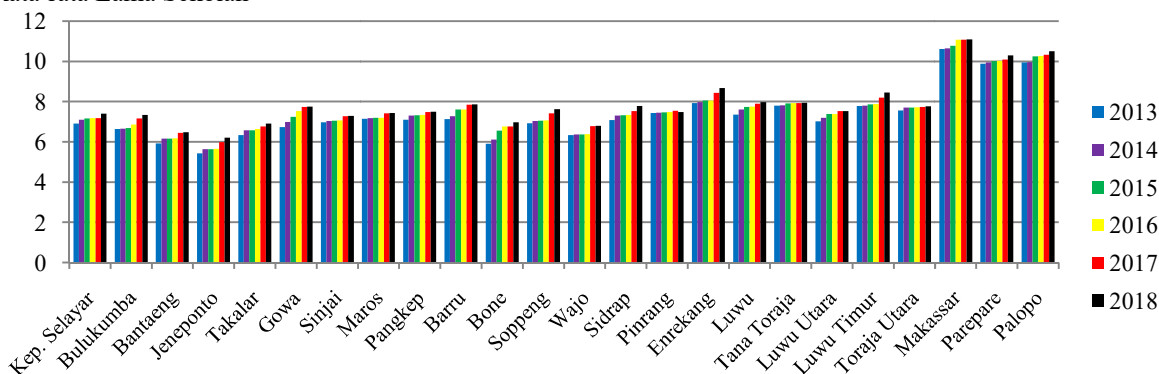
a. Angka Harapan Hidup



Gambar 3. Perkembangan angka harapan hidup kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018

Angka harapan hidup di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018 meningkat setiap tahun. Angka harapan hidup tertinggi terdapat pada Kabupaten Toraja Utara.

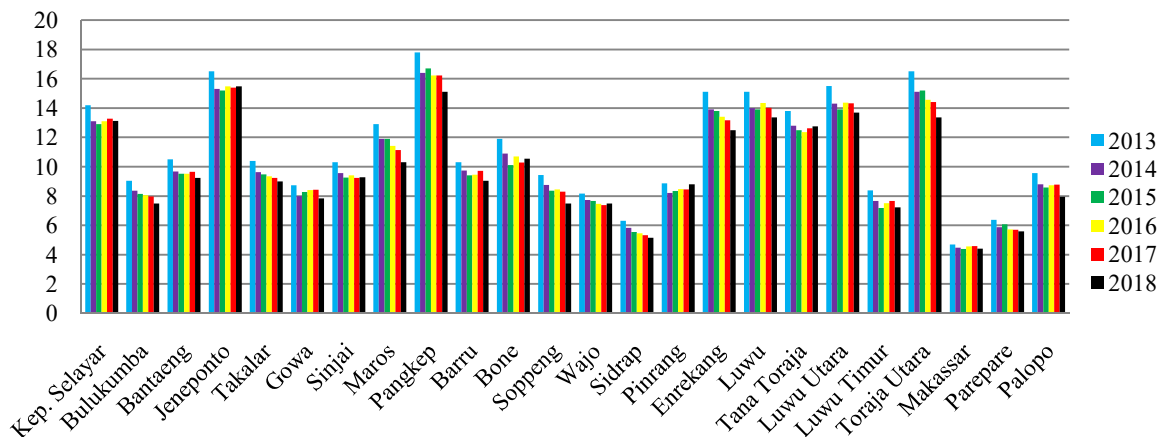
b. Rata-rata Lama Sekolah



Gambar 4. Perkembangan rata-rata lama sekolah kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018

Rata-rata lama sekolah di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018 meningkat setiap tahun. Rata-rata lama sekolah tertinggi terdapat pada Kota Makassar dan terendah terdapat pada Kabupaten Jeneponto. Dari tahun 2013 hingga 2018, rata-rata penduduk Provinsi Sulawesi selatan usia 15 tahun ke atas telah menjalani pendidikan formal hingga kelas II SMP.

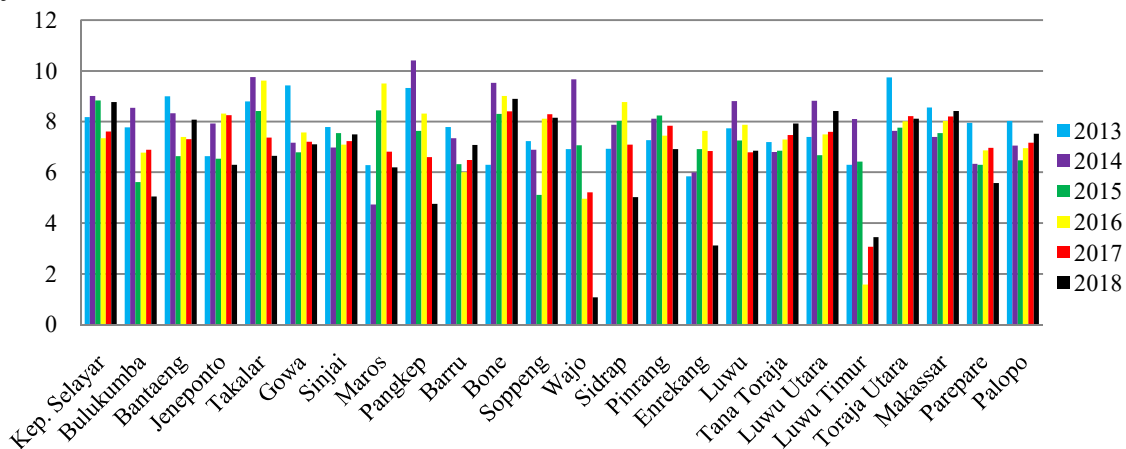
c. Persentase Penduduk Miskin



Gambar 5. Perkembangan persentase penduduk miskin kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018

Dari tahun 2013 hingga 2018, Kota Makassar memiliki persentase penduduk miskin terendah di Provinsi Sulawesi Selatan yaitu kurang dari 5% dan tertinggi terdapat pada Kabupaten Pangkep dengan persentase penduduk miskin 17,8% pada tahun 2013, 16,40% pada tahun 2014, 16,70% pada tahun 2015, 16,22% pada tahun 2016 dan 2017 serta 15,1% pada tahun 2018.

d. Laju Pertumbuhan PDRB



Gambar 5. Perkembangan laju pertumbuhan PDRB kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018

Laju pertumbuhan PDRB di Provinsi Sulawesi Selatan mengalami peningkatan dan penurunan dari tahun 2013 hingga 2018.

4.2. Pengujian Signifikansi Parameter

Untuk melakukan pemodelan IPM, terlebih dahulu dilakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan secara parsial untuk mendapatkan peubah-peubah bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap peubah terikat. Pengujian signifikansi parameter secara serentak dengan menggunakan uji G^2 . Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta \neq 0$$

Tabel 2. Hasil Uji Serentak

<i>Likelihood Ratio Test</i> (G^2)	<i>Chi-Square</i> ($\chi^2_{(4;0,05)}$)
52,06	9,49

Dari Tabel 2. hasil uji serentak menunjukkan nilai *likelihood ratio test* (G^2) $> \chi^2_{(4;0,05)}$ sehingga keputusan yang diambil adalah tolak H_0 . Artinya pada tingkat kepercayaan 95% minimal ada satu dari empat peubah bebas yang digunakan berpengaruh secara signifikan terhadap status IPM.

Karena pada uji serentak H_0 ditolak maka pengujian signifikansi parameter secara parsial dapat dilakukan untuk melihat pengaruh dari setiap peubah bebas secara parsial terhadap peubah bebas. Hipotesis pengujian parameter secara parsial adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_p = 0$$

$$H_1 : \beta_p \neq 0, \quad p = 1,2,3,4$$

Tabel 3. Hasil Uji Parsial

Peubah	Koefisien	Standar Error	W	Pr(>t)	Keputusan
Konstanta	-21,550	18,820	-1,145	0,252	
X ₁	-0,299	0,312	-0,958	0,338	Gagal Tolak H ₀
X ₂	5,860	1,972	2,972	0,003	Tolak H ₀
X ₃	-0,235	0,126	-1,860	0,063	Gagal Tolak H ₀
X ₄	-0,253	0,296	-0,857	0,391	Gagal Tolak H ₀

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa dari empat peubah bebas terdapat satu peubah bebas yang mempengaruhi status pencapaian IPM secara signifikan yaitu rata-rata lama sekolah dengan nilai probabilitas lebih kecil dari α yaitu 0,05. Artinya rata-rata lama sekolah mempengaruhi peluang suatu kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan masuk dalam status pencapaian IPM kategori sedang atau tinggi secara signifikan.

4.3. Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil pengujian parameter secara serentak dengan nilai *likelihood ratio test* (G^2) lebih besar dari nilai $\chi^2_{(4;0,05)}$ sehingga kesimpulan yang diambil adalah tolak H_0 . Artinya pada taraf kepercayaan 95% minimal ada satu dari empat peubah bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap status pencapaian IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2013-2018. Kemudian masing-masing parameter diuji dan diperoleh hasil bahwa terdapat satu dari empat peubah bebas yang signifikan pada taraf signifikansi 0,05 yaitu rata-rata lama sekolah (X_2). Persamaan model regresi data panel yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$y_{it}^* = -21,550 - 0,299 x_{1it} + 5,860 x_{2it} - 0,235 x_{3it} - 0,253 x_{4it}$$

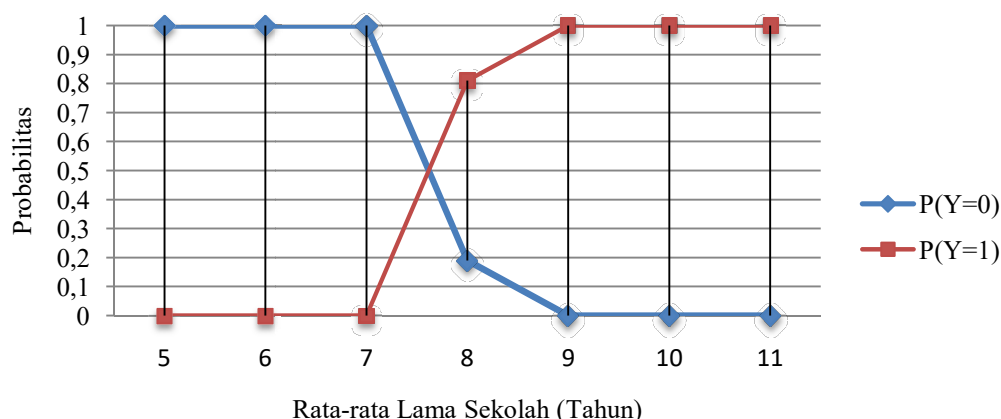
model probit adalah $P(Y = 0) = \Phi(z)$ dan $P(Y = 1) = 1 - \Phi(z)$

Jika Kabupaten Tana Toraja pada tahun 2018 memiliki angka harapan hidup sebesar 72,80 tahun, rata-rata lama sekolah 7,94 tahun, persentase penduduk miskin sebesar 12,75%, dan laju pertumbuhan PDRB sebesar 7,93% maka y_{it}^* yang diperoleh adalah sebesar -1,774.

$$P(Y = 0) = \Phi(y_{18,1}^*) = \Phi(1,774) = 0,962$$

Dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Tana Toraja memiliki status IPM kategori sedang dengan nilai peluang sebesar 96,2% dan IPM kategori tinggi dengan nilai peluang sebesar 3,8%.

Selama periode 2013 hingga 2018, pengetahuan penduduk Sulawesi Selatan semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan rata-rata lama sekolah yang menunjukkan peningkatan sebagai gambaran tentang capaian dan penambahan sumber daya manusia yang berkualitas di suatu wilayah. Pengaruh rata-rata lama sekolah terhadap IPM kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Probabilitas $P(Y=1)$, $P(Y=0)$ dan Rata-rata Lama Sekolah

Pada Gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara probabilitas kategori IPM tinggi ($Y=1$) dan kategori IPM sedang ($Y=0$) dengan rata-rata lama sekolah. Semakin tinggi rata-rata lama sekolah, maka probabilitas kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berada pada kategori IPM tinggi semakin besar. Semakin rendah rata-rata lama sekolah, maka probabilitas kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berada pada kategori IPM sedang semakin besar.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Model indeks pembangunan manusia kabupaten/kota di provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi probit data panel dengan pendekatan *random effect model* adalah sebagai berikut:

$$y_{it}^* = -21,550 - 0,299 x_{1it} + 5,860 x_{2it} - 0,235 x_{3it} - 0,253 x_{4it}$$

2. Terdapat satu dari empat peubah bebas yang berpengaruh terhadap status pencapaian IPM di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2013-2018 secara signifikan yaitu rata-rata lama sekolah (X_2).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah mengembangkan metode probit data panel dengan memperhatikan efek pada data panel selain efek individual dengan pendekatan *random effect* dan dapat menganalisis ulang mengenai IPM dengan menggunakan peubah-peubah bebas lain yang dianggap berpengaruh.

Referensi

- Agresti, A. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis Second Edition* (2nd ed.). New York: A John Wiley & Sons, Inc., Publication.
- Arulampalam, W. (1998). *A Note Estimated Coefficients In Random Effects Probit Models*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(4), 597–602.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data* (3th ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- BPS. (2017). *Indeks Pembangunan Manusia*. (sulsel.bps.go.id)
- BPS. (2019). *Pembangunan Manusia | Sulawesi Selatan*. Retrieved from <https://ipm.bps.go.id/data/provinsi/metode/baru/7300>
- Febriawan, R., Aridinanti, L., & Wibawati. (2014). *Perbandingan Model Logit dan Probit Untuk Menganalisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Derajat Orientasi Pasar Usaha Kecil Menengah (Studi Kasus di Sentra Industri Produk Kulit di Kabupaten Sidoarjo)*, (1), 1–6.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis* (7th ed.). New York: Pearson Education Limited.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.

- Halistin. (2017). *Regresi Probit Data Panel Menggunakan Optimasi BGFS Dan Aplikasinya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Harris, M. N., Macquarie, L. R., & Siouclis, A. J. (1998). *A Comparison Of Alternative Estimators For Binary Panel Probit Models*. Australia.
- Maddala, G. S. (1987), "Limited Dependent Variabel Model Using Panel Data", *Journal of Human Resources*, Vol. 22, No. 3.
- Nurmalasari, R., Ispriyanti, D., & Sudarno. (2017). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Menggunakan Metode Regresi Logistik Ordinal Dan Regresi Probit Ordinal (Studi Kasus Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2014). *JURNAL GAUSSIAN*, Vol. 6, 111–120.
- Putri, R. C., & Ratnasari, V. (2015). Pemodelan Logit, Probit dan Complementary Log-Log pada Studi Kasus Partisipasi Perempuan dalam Pembangunan Ekonomi di Kalimantan Selatan. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*.
- Suharni. (2015). *Estimasi Model Probit Data Panel Pada Rata-Rata Jumlah Anak Lahir Hidup di Provinsi Jawa Timur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tinungki, G. M. (2010). Aplikasi Model Regresi Logit dan Probit pada Data Kategorik, *6*(2), 107–114.
- Tiro, M. A. (2008). *Analisis Korelasi dan Regresi*. Edisi ketiga. Makassar: Andira Publisher.
- Widyandini, S. (2016). *Pemodelan Katahanan Pangan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Konsumsi Energi Menggunakan Metode Probit Data Panel*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Anselin, L. (1993). *Exploratory Spatial Data Analysis and geographic Information Systems*. California: Santa Barbara.
- Ardianti, A., Wibisono, S., & Jumiaty. (2015). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Kabupaten Jember. *Artikel Ilmiah Mahasiswa*, 1-6.
- Banerjee, S. (2004). *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC.
- BPS. (2013). *Proyeksi Penduduk Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- BPS, P. M. (2015). Tabel Indeks Pembangunan Manusia. Retrieved 10 24, 2019, from: <https://ipm.bps.go.id/data/kabkot/metode/baru/7300>
- Cressie, N. (1991). *Statistics For Spatial Data*. New York: John Wiley & Sons.
- Dinas Komunikasi, I. S. (2018, 5 14). Profil Provinsi. Retrieved 12 28, 2019, from [sulselprov.go.id: https://sulselprov.go.id/pages/profil_provinsi](https://sulselprov.go.id/pages/profil_provinsi)
- Faiz, N., Rahmawati, R., & Safitri, D. (2013). Analisis Spasial Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue dengan Indeks Moran dan Geary's C (Studi Kasus di Kota Semarang Tahun 2011). *Gaussian*, 69-78.
- Latief, R. (2016). *Profil Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan*. Makassar: Badan Pusat Statistika.
- Lee, J., & Wong, S. (2001). *Statistical Analysis With Arcview GIS*. New York: John Willey & Sons. Inc, Unitech State of America.
- Lesage, J. P. (1991). *The Theory and Practice of Spatial Econometric*. United States: University of Toledo.
- Nisa, E. K. (2017). Identifikasi Spatial Pattern dan Spatial Autocorrelation pada Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Papua Barat Tahun 2012. *Jurnal At-taqaddum*, 1-25.
- Perobelli, F. S., & Haddad, P. A. (2003). *An Exploratory Spatial Data Analysis of Brazilian Interregional Trade*. São Paulo: Nereus.
- Pfeiffer. (2008). *Spatial Analysis in Epidemiologi*. New York: Oxford University Press.
- Rogerson, P. (2001). *Statistical Method for Geography*. London: SAGE Publications.
- Saputro, D. R., & dkk. (2018). Proporsional Autokorelasi Spasial dengan Indeks Global (Indeks Moran) dan Indeks Lokal (Local Indicator of Spatial Association (LISA)). *Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UMS*, 701-710.
- Saputro, D. R., & dkk. (2018). Proporsionalitas Autokorelasi Spasial dengan Indeks Global (Indeks Moran) dan Indeks Lokal (Local Indicator of Spatial Association (LISA)). *KNPMP*, 701-710.
- Sugiantari, A., & Budiantara, I. (2013). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Jawa Timur Menggunakan Regresi Semiparametrik Spline. *JURNAL SAINS DAN SENI POMITS*, 37-41.
- Tanadjaja, A., Zain, I., & Wibowo, W. (2017). Pemodelan Angka Harapan Hidup di Papua dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression. *Sains dan Seni ITS*, 82-86.
- Wuryandari, T., Hoyyi, A., Kusumawardani, D. S., & Rahmawati, D. (2014). Identifikasi Autokorelasi Spasial pada Jumlah Pengangguran di Jawa Tengah Menggunakan Indeks Moran. *Media Statistika*, 1-10.