



## IMPLEMENTASI REGRESI LOGISTIK BAYESIAN PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA

Nur Mahmudah<sup>1</sup>, Ifa Khoiria Ningrum<sup>2</sup>, Fifi Dayanti<sup>3</sup>

Corresponding author : Nur Mahmudah

<sup>1</sup>Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, mudah15@gmail.com

<sup>2</sup>Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, ifa@unugiri.ac.id

<sup>3</sup>Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, fifidayanti68@gmail.com

Received : 21 Desember 2023, Revised : 8 April 2024, Accepted : 8 April 2024

### Abstract

The Human Development Index (HDI) is a measure of success in improving human welfare. The need of HDI as a tool for program design and evaluation of government policies in achieving development success targets. In increasing the HDI in a government, an effective and comprehensive program is needed as data in policy making, such as the use of the Bayesian logistic regression method. This research purpose to determine the factors influence HDI (Y) by involving the variables average length of school ( $X_1$ ), expected length of school ( $X_2$ ), per capita expenditure ( $X_3$ ) with Markov Chains Monte Carlo – Gibbs Sampling computing. This method is an effective algorithmic computing technique which involves likelihood data and priors which are the posterior parameters of the model in HDI in East Java. The link function logistic regression models. Produces is a factor that has a significant effect on HDI, namely the average length of school ( $X_1$ ). This factor indicates that the average number of years of schooling ( $X_1$ ) has a positive value on HDI provided that other observed factors are constant. The results of this analysis conclude that the average length of schooling ( $X_1$ ) is an important indicator in the success of increasing HDI in East Java.

*Keywords: Bayesian, Human Development Index (HDI), Logistic Regression Link Function*

### Abstrak

Indeks Pembangunan Manusia merupakan suatu ukuran keberhasilan dalam meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Kegunaan IPM sebagai alat perancangan program dan evaluasi kebijakan pemerintah dalam mencapai target keberhasilan Pembangunan. Dalam meningkatkan IPM disuatu pemerintah membutuhkan sebuah program yang efektif dan komperensif sebagai data dalam pengambilan kebijakan seperti penggunaan metode regresi logistik bayesian. Penelitian ini untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi IPM (Y) dengan melibatkan peubah rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ), harapan lama sekolah ( $X_2$ ), pengeluaran perkapita ( $X_3$ ) dengan komputasi Markov Chains Monte Carlo-Gibbs Sampling. Metode ini merupakan salah satu Teknik komputasi algoritma yang efektif dimana melibatkan likelihood data dan prior yang menjadi parameter posterior model pada IPM di Jawa Timur. Model regresi logistik *link function* menghasilkan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap IPM yaitu rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ). Faktor ini menandakan bahwa rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ) bernilai positif terhadap IPM dengan syarat faktor lain yang diamati konstan. Hasil analisis ini menyimpulkan bahwa rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ) merupakan indikator yang penting dalam keberhasilan peningkatan IPM di Jawa Timur.

*Kata kunci: Bayesian, Indeks Pembangunan Manusia, Regresi Logistik Link Function*

### 1. Pendahuluan

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah alat ukur yang menjelaskan pencapaian tingkat pembangunan disuatu daerah [1]. IPM sebagai alat ukur yang

mempengaruhi kebijakan ekonomi terhadap kualitas hidup [2]. Tolak ukur yang digunakan seperti indeks harapan hidup, rata-rata lama sekolah, indeks pendidikan, pengeluaran dan pendapatan perkapita, indeks harapan hidup

seseorang [3]. indikator pencapaian IPM menjelaskan keberhasilan target pembangunan pemerintah, sebagai data yang dapat digunakan dalam membuat kebijakan [4]. Dampak pandemi virus COVID-19 terhadap perekonomian berpengaruh signifikan terhadap IPM di Jawa Timur [5]. Penurunan pertumbuhan IPM pada tahun 2021 sebesar 4% dibandingkan Tahun sebelumnya [6]. Penurunan tersebut menyebabkan program kebijakan peningkatan IPM menjadi penting untuk diteliti lebih lanjut [7]. Hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai alat bantu bagi pemerintah Jawa Timur dalam pengambilan kebijakan terkait penurunan IPM [8].

Regresi logistik merupakan suatu pemodelan yang digunakan dalam menganalisis variabel respon berskala biner untuk prediksi atau klasifikasi [9]. Seringkali pada kajian dan teori pemodelan pengaruh antara variabel independen dan dependen yang berbentuk kategorik maka metode yang digunakan adalah regresi logistik ordinal atau multinomial [10]. Penggunaan regresi logistik dengan estimasi parameter likelihood (MLE) yang digunakan kurang tepat jika ada pelanggaran asumsi multikolinieritas sehingga alternatif metode yang efektif adalah Bayesian dengan algoritma Markov Chain Monte Carlo [11].

Penelitian yang dilakukan [9] pada pemodelan regresi logistik biner dengan kasus IPM di Kalimantan memberikan fenomena bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap IPM di Kalimantan adalah total tenaga kesehatan ( $X_1$ ), total sarana kesehatan ( $X_2$ ) dan angka partisipasi sekolah pendidikan SMA ( $X_3$ ). Penelitian juga dilakukan [1] pada pemodelan regresi logistik ordinal probit dengan kasus IPM di Jawa Timur menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan dalam pengembangan IPM adalah nilai partisipasi Sekolah SMA dan total sarana Kesehatan. Penelitian juga telah dilakukan oleh [12] pada kasus simulasi data dan kasus pemodelan berat bayi lahir di Jawa Timur dengan estimasi parameter regresi logistik pada metode Maksimum likelihood dan Bayesian. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan metode yang paling efektif dalam menurunkan berat bayi lahir adalah

Bayesian. pendugaan estimasi parameter pada simulasi data angka berat bayi di Jawa Timur dengan metode bayesian Pendugaan estimasi parameter pada data simulasi memberikan hasil ukuran sampel yang lebih baik daripada metode maksimum likelihood.

Penelitian yang dilakukan [8] pada pemodelan regresi logistik dengan kasus faktor-faktor yang mempengaruhi klasifikasi IPM di Pulau Jawa. Penelitian ini menunjukkan bahwa presentase penduduk dengan kasus mengalami keluhan Kesehatan dan Sebagian besar umur kawin pertama wanita. Kenyataannya banyak kemungkinan faktor yang mempengaruhi peningkatan data IPM di Jawa Timur. sehingga membutuhkan pemodelan yang efektif dan representatif seperti regresi logistik *link function* dengan metode Bayesian-MCMC-Gibbs Sampling [9]. Pertimbangan analisis regresi logistik *link function* dapat dijadikan Langkah penanganan penurunan IPM dan mengambil kebijakan Menyusun Langkah strategis guna mempercepat pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur.

## 2. Metode

### 2.1 Model Regresi Logistik *Link Function* dengan Pendekatan Bayesian

Regresi logistik *link function* adalah pemodelan statistika untuk menganalisis variabel yang bersifat data kategorik [13]. Tujuan dari metode regresi logistik ini adalah memperoleh model untuk prediksi atau klasifikasi [14]. Berikut bentuk model regresi logistik *link function* dinyatakan pada persamaan [9] :

$$p(x) = \frac{e^{b_0 + b_1x}}{1 + e^{b_0 + b_1x}} \quad (1)$$

Bentuk transformasi logit dari  $p(x)$  adalah teorema dari regresi logistik *link function* [15]. Transformasi persamaan logit dinyatakan sebagai berikut [16] :

$$n(x) = \ln \left[ \frac{p(x)}{1 - p(x)} \right] = b_0 + b_1x \quad (2)$$

Dalam metode algoritma Bayesian, parameter yang diamati dipandang sebagai variabel random yang dikarakteristikan oleh distribusi prior [17]. Adapun tahapan dalam melakukan pemodelan Regresi logistik *link function* pada IPM di Jawa Timur :

- Langkah pertama Penentuan distribusi prior pada setiap parameter [18] . selanjutnya prior yang dipakai adalah informatif prior yang didapatkan dari pendugaan parameter regresi logistik [19]. Berikut adalah distribusi prior dari model regresi logistik *link function* [16]:

$$f(b_p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\tau_p^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{b_p - \mu_p}{\tau_p}\right)^2\right\} \quad (3)$$

- Mengestimasi prior dengan pengalihan antara prior dengan likelihood data sehingga menghasilkan posterior [20]. Yang diperoleh pada persamaan berikut [21]:

$$f(b|y) = \prod_{i=1}^z y_i^{b_0 + b_1 x_i} - \prod_{i=1}^z \ln\left(1 + e^{b_0 + b_1 x_i}\right) + \left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{b_p - \mu_p}{\tau_p}\right)^2\right\} \quad (4)$$

y= variabel IPM

$b_0, b_1, \dots, b_p$  = Parameter regresi logistic

x= variabel independent yang digunakan seperti rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ), harapan lama sekolah ( $X_2$ ), pengeluaran perkapita ( $X_3$ )

$\mu_1, \dots, \mu_p$  = Rata-rata data penelitian

- Perhitungan posterior menggunakan metode MCMC algoritma *Gibbs Sampling* dengan software WinBUGS [22]. Dengan algoritma bagai berikut [23]:

- Menentukan nilai tebakan awal untuk masing-masing parameter.

$$(\tau^0, b_1^0, \dots, b_p^0)$$

- Mendapatkan urutan acak

$$\tau^1 \text{ dari } p(\tau, b_1^0, \dots, b_p^0)$$

$$b_1^1 \text{ dari } p(b_1^1, \tau^0, b_2^0, \dots, b_p^0)$$

⋮

$$b_p^1 \text{ dari } p(b_p^1, \tau^0, b_2^0, \dots, b_{p-1}^0)$$

- Perulangan langkah b sampai kondisi konvergen.

- Mendeskripsikan signifikansi parameter dengan cara melihat *Trace plot* [24].
- Membuat dan menginterpretasi model Regresi logistic Bayesian terkait pada solusi peningkatan IPM di Jawa Timur.

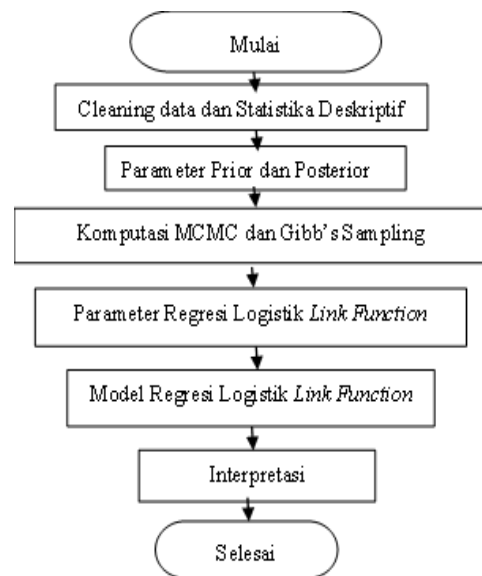
## 2.2 Sumber Data

Data Penelitian ini berasal dari data sekunder Badan Pusat Statistik (BPS) Publikasi dan hasil survei 38 Kota di Jawa

Timur tahun 2021. Variabel dependen bersifat kategorik yaitu Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan memakai variabel independent yang terdiri rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ) dalam tahun, pengeluaran perkapita atau rata-rata pengeluaran ( $X_2$ ) dalam rupiah, dan lama harapan sekolah ( $X_3$ ) dalam tahun.

## 2.3 Langkah-langkah Model Regresi Logistik Link Function dengan Pendekatan Bayesian

Berikut adalah Langkah-langkah melakukan analisis regresi logistik *link function* pada indeks pembangunan manusia di Jawa Timur adalah (1) melakukan kajian regresi logistik *link function* (2) deskriptif data, (3) menentukan parameter regresi logistik *link function* menggunakan WinBUGS, (4) melakukan inisial awal parameter prior dan likelihood data (5) mendapatkan *summaries* dari distribusi posterior dan interpretasi model yang didapatkan :



**Gambar 1. Flowchart Komputasi Pemodelan Regresi Logistik Link Function pada IPM di Jawa Timur**

## 3. Pembahasan

Pemodelan Regresi logistik bayesian untuk mendapatkan prediksi variabel prediktor terhadap variabel respon yang diamati bersifat kategorik[25]. Hasil pengujian analisis visualisasi data dan deskriptif pada variabel rata-rata lama Sekolah ( $X_1$ ), rata-rata Pengeluaran di Jawa

Timur ( $X_2$ ), lama harapan Sekolah ( $X_3$ ) Pada 38 Kota di Jawa Timur ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Analisis Deskriptif**

Var	Min	Max	Rata-rata	Std. Deviation
$X_1$	4,9	11,37	8,061	5,33
$X_2$	8673	17862	11568	29,66
$X_3$	11,73	13,5	15,8	46,84

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan nilai hasil analisis deskriptif variabel yang mempengaruhi pengembangan IPM Jawa Timur. Hasil dari variabel rata-rata lama sekolah memiliki nilai rata-rata 8,061 dengan nilai terkecil sebesar 4,9 dengan nilai terbesar 11,37. nilai standar deviasi sebesar 5,33. Variabel pengeluaran perkapita ( $X_2$ ) memiliki nilai sebagian besar 11568 dengan nilai terkecil sebesar 8673 dan nilai terbesar sebesar 17862. Standard deviasi variabel  $X_2$  sebesar 29,67. Variabel harapan lama sekolah ( $X_3$ ) memiliki nilai rata-rata 13,5 dengan nilai terkecil sebesar 11,7 dan nilai terbesar sebesar 15,8. standart deviasi variabel  $X_3$  sebesar 46,84.

Selanjutnya dilakukan pemodelan regresi logistik dengan pendekatan *Bayesian* pada kasus IPM di Jawa Timur menggunakan metode Bayesian MCMC-Gibbs Sampling. Untuk mendapatkan estimasi parameter  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ , dan  $b_3$  menggunakan 10000 iterasi yang konvergen. Berikut hasil estimasi pendekatan dari model regresi logistik bayesian pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Parameter Regresi Logistik dengan pendekatan Bayesian**

Node	Mean	Sd	Median	McError	Exp (b)
$b_0$	0,03	0,81	-0,09	0,14	1,03
$b_1$	0,24	0,08	0,23	0,01	1,27
$b_2$	0,02	0,06	0,01	0,01	1,02
$b_3$	-0,11	0,09	-0,09	0,02	0,89
$\sigma$	0,47	0,03	0,46	0,01	-
Tau	4,66	0,63	4,64	0,03	-

Tabel 2 menunjukkan hasil estimasi dari parameter regresi logistic Bayesian dengan variabel rata-rata lama Sekolah ( $X_1$ ), rata-rata Pengeluaran di Jawa Timur ( $X_2$ ), lama harapan Sekolah ( $X_3$ ) terhadap Indeks

Pembangunan Manusia ( $Y$ ). Berikut adalah model yang terbentuk berdasarkan Tabel 2.

$$n(x) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (4)$$

$$n(x) = 0,03 + 0,24x_1 + 0,02x_2 - 0,11x_3$$

Hasil pemodelan persamaan 4 dapat disimpulkan bahwa:

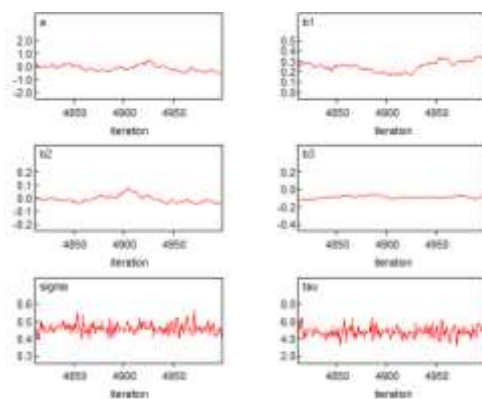
- Setiap kenaikan 1 % rata-rata lama sekolah di 38 Kota atau Kabupaten Jawa Timur maka IPM akan meningkat sebesar 24% dengan syarat peubah lain konstan. Peningkatan ini bersifat positif artinya jika rata-rata lama sekolah meningkat maka IPM juga mengalami peningkatan dalam mempengaruhi perbaikan taraf hidup di jawa timur
- Setiap kenaikan 1 % besaran pengeluaran perkapita di 38 Kota atau Kabupaten Jawa Timur maka IPM akan meningkat sebesar 2% dengan syarat peubah lain konstan. Pengaruh positif pendapatan perkapita terhadap IPM dimana jika pendapatan perkapita meningkat maka IPM juga mengalami peningkatan.
- Setiap kenaikan 1 % lama sekolah di 38 Kota atau Kabupaten Jawa Timur maka IPM akan mengalami penurunan sebesar 11% dengan syarat peubah lain konstan. Penurunan ini bersifat negatif dimana jika kenaikan lama sekolah meningkat maka terdapat penurunan IPM.
- Ketika peubah rata-rata lama sekolah, pengeluaran perkapita dan lama harapan sekolah tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap IPM maka nilai error model sebesar 0,03.

Hasil estimasi regresi logistik dengan pendekatan Bayesian memiliki nilai konvergen pada MC Error yang bernilai kurang dari alpha 1% pada nilai perkalian standar deviasi dengan alpha 1% yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Nilai MC Error**

Parameter	Standart deviasi	1%*sd	MCerror
$b_1$	0,077	0,001	0,011
$b_2$	0,057	0,0005	0,009
$b_3$	0,929	0,0092	0,016

Tabel 3 menunjukkan nilai MC Error sudah konvergen. Nilai MC Error konvergen jika kurang dari 1% dari nilai standar deviasi. Nilai konvergensi juga dapat dilihat pada *Trace plot*. Hasil iterasi diplot terhadap nilai akhir dalam plot jejak. Jika hasil trace plot tidak mengikuti pola tertentu, maka konvergensi MCMC dianggap telah terjadi. Iterasi harus ditingkatkan jika solusi tidak konvergen. Gambar 2 menunjukkan konvergensi parameter regresi logistik *link function*.



Gambar 2. Trace plot

Gambar 2 menunjukkan bahwa gambar tidak lagi menunjukkan pola tertentu. Maka parameter regresi logistik *link function* dikatakan konvergen.

Tabel 4. Regresi Logistik *Link Function*

Parameter	Nilai Estimasi	Interval Kepercayaan		Kesimpulan
		2.5%	97.5%	
$b_0$	0,032	-1,42	1,5	tidak berpengaruh
$b_1$	0,23	0,11	0,38	berpengaruh
$b_2$	0,02	-0,08	0,13	tidak berpengaruh
$b_3$	-0,11	-0,32	0,04	tidak berpengaruh

Tabel 4 menunjukkan nilai Rata-rata Lama Sekolah ( $X_1$ ) berpengaruh positif terhadap Indeks pembangunan manusia jika nilai Credibel Interval antara 2,5% dan 97,5% tidak terdapat nilai 0. Peubah Pengeluaran Perkapita ( $X_2$ ) dan Harapan Lama Sekolah ( $X_3$ ) tidak berpengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (Y) di Jawa

Timur karena memiliki nilai rentang Credibel Interval 2,5% hingga 97,5% memuat nilai 0. Pada tabel 4 menunjukkan bahwa Indeks Pembangunan Manusia dipengaruhi oleh rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ). Hal ini menandakan rata-rata lama sekolah menjadi penting untuk perbaikan kebijakan terkait dengan program indeks pembangunan manusia demi kualitas kehidupan yang lebih baik.

#### 4. Penutup

Berdasarkan hasil yang telah dipaparkan pada model regresi logistik *link function*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata 8,061 dengan nilai terkecil sebesar 4,9 dengan nilai terbesar 11,37. nilai standar deviasi sebesar 5,33. Variabel pengeluaran perkapita ( $X_2$ ) memiliki nilai sebagian besar 11568 dengan nilai terkecil sebesar 8673 dan nilai terbesar sebesar 17862. Standard deviasi variabel  $X_2$  sebesar 29,67. Variabel harapan lama sekolah ( $X_3$ ) memiliki nilai rata-rata 13,5 dengan nilai terkecil sebesar 11,7 dan nilai terbesar sebesar 15,8. standart deviasi variabel  $X_3$  sebesar 46,84.
2. Hasil pemodelan implementasi regresi logistik dengan pendekatan Bayesian secara signifikan variabel rata-rata lama sekolah ( $X_1$ ) mempengaruhi pengembangan kemajuan Indeks Pembangunan di Jawa Timur. Variabel ini mampu memberikan kontribusi dan informasi terkait dengan peningkatan Indek Pembangunan Manusia di Jawa Timur. Variabel Pengeluaran Perkapita ( $X_2$ ) dan harapan lama sekolah ( $X_3$ ) tidak signifikan dalam mempengaruhi IPM di jawa Timur dengan nilai error 0,03. Variabel rata-rata lama sekolah menjadi penting dalam memperbaiki kebijakan program indeks Pembangunan manusia di Jawa Timur.

#### Referensi

- [1] M. Fathurahman, M. Siringoringo, A. M. A. Satriya, and N. Sari Wulan, "Pemodelan regresi logistik dan regresi probit pada indeks pembangunan manusia kabupaten/kota di pulau

- Kalimantan,” *Pros. Semin. Nas. Mat. Stat. dan Apl.*, vol. 1, no. Oktober, pp. 172–182, 2019.
- [2] I. Kemala and A. W. Wijayanto, “Perbandingan Kinerja Metode Bagging dan Non-Ensemble Machine Learning pada Klasifikasi Wilayah di Indonesia menurut Indeks Pembangunan Manusia,” *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 2, p. 269, 2021, doi: 10.26418/justin.v9i2.44166.
- [3] E. D. Supandi, R. Yulianti, and Akhmad Fauzy, “Regresi Data Panel untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi IPM di Kabupaten/Kota Provinsi DIY,” *Stat. J. Theor. Stat. Its Appl.*, vol. 22, no. 2, pp. 157–163, 2022, doi: 10.29313/statistika.v22i2.1122.
- [4] M. Fikry, “... Decision Tree Algorithm Dan Metode Naive Bayes Mengidentifikasi Pertumbuhan Indeks Pembangunan Manusia (Ipm) Di Provinsi ...,” *JUTISAL J. Tek. Inform. Univers.*, vol. 1, no. 2, pp. 9–16, 2021, [Online]. Available: <https://universal.ac.id/jurnal/index.php/jutisal/article/view/7>
- [5] M. D. Wagho, R. D. Bekti, J. Statistika, F. S. Terapan, and C. Author, “MODEL PERSAMAAN SIMULTAN UNTUK ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERSENTASE KEMISKINAN DAN INDEKS PEMBANGUNAN,” vol. 7, no. 1, pp. 60–70, 2022.
- [6] A. Isgiarahmah, R. Goejantoro, and Y. N. Nasution, “Estimasi Parameter Model Regresi Linier Berganda dengan Pendekatan Bayes Menggunakan Prior Pseudo (Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kalimantan Timur) Parameter Estimation of the Multiple Linear Regression Model with the Bayes Approach Using Prior Pseudo (Case Study of the Human Development Index (HDI) in East Kalimantan),” *J. EKSPONENSIAL*, vol. 12, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [7] I. Pramudya and S. Khoiriah, “Penerapan Analisis Regresi Ganda Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Yang Berasosiasi Terhadap Capaian IPM,” *Pros. Semin. Nas. Mat. dan Pendidik. Mat. UMS*, pp. 764–776, 2015.
- [8] I. Azagi, Erfiani, Indahwati, Anwar Fitrianto, and Reni Amelia, “Pemodelan Regresi Logistik Biner pada Faktor-Faktor yang Memengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Pulau Jawa,” *J. Stat. dan Apl.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.21009/jsa.06101.
- [9] F. Syafitri and R. Goejantoro, “Logistic Regression with Bayesian Method for The Modelling of Human Development Index Districts/Cities in Kalimantan Island,” *J. Ekspansional*, vol. 12, no. 2, pp. 103–110, 2021.
- [10] Y. Ding-Genggchen and H. Tzong-Ruutsaiieditors, “Emerging Topics in Statistics and Biostatistics Bayesian Inference and Computation in Reliability and Survival Analysis.”
- [11] F. Korner-Nievergelt, T. Roth, S. von Felten, J. Guélat, B. Almasi, and P. Korner-Nievergelt, *Bayesian Data Analysis in Ecology Using Linear Models with R, BUGS, and Stan*. 2015. doi: 10.1016/C2013-0-23227-X.
- [12] K. de Groot, *PERBAINDINGAN METODEESTIMASI PARAMETER MAXIMUM LIKELIHOOD DAN BAYESIAN PADA REGRESI RIDGE*, vol. 1, no. 1. 2018.
- [13] C. A. Stone and X. Zhu, *Bayesian Analysis of Item Response Theory Models Using SAS*®. 2015. [Online]. Available: [https://www.sas.com/store/books/series/analytics/bayesian-analysis-of-item-response-theory-models-using-sas/prodBK\\_67262\\_en.html](https://www.sas.com/store/books/series/analytics/bayesian-analysis-of-item-response-theory-models-using-sas/prodBK_67262_en.html)
- [14] J. Barry, “Doing Bayesian Data Analysis: A Tutorial with R and BUGS,” *Eur. J. Psychol.*, vol. 7, no. 4, 2011, doi: 10.5964/ejop.v7i4.163.
- [15] H. Crc and X. Wang, *Computer Science and Data Analysis Series BAYESIAN REGRESSION Baruch College, The City University of New York*.
- [16] N. Mahmudah and F. Anggraini, “on Computational Bayesian Ordinal Logistic Regression Link Function in Cases of Cervical Cancer in Tuban,” *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 16, no. 3, pp. 909–918, 2022, doi:

- 10.30598/barekengvol16iss3pp909-918.
- [17] T. Ten, M. Books, and O. Bayesian, *Review s of B a y e s ' R u l e : A T u t o r i a l I n t r o d u c t i o n*.
- [18] N. Mahmudah and F. Anggraeni, "Bayesian Survival Dagum 3 Parameter Link Function Models in the Suppression of Dengue Fever in Bojonegoro," *IAENG Int. J. Appl. Math.*, vol. 51, no. 3, pp. 1–7, 2021.
- [19] S. Cohen, "Bayesian analysis in natural language processing, second edition," *Synth. Lect. Hum. Lang. Technol.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–343, 2019, doi: 10.2200/S00905ED2V01Y201903HLT041.
- [20] F. Anggraeni and N. Mahmudah, "Bayesian Spatial Survival Lognormal 3 Parameter Models for Event Processes Dengue Fever in Tuban," *IAENG Int. J. Appl. Math.*, vol. 51, no. 4, pp. 1–8, 2021.
- [21] N. Mahmudah and P. E. Yuwita, "Journal of Mathematics Education Aplikasi komputasi Bayesian Regresi Dummy Pada kasus," no. c, 2022.
- [22] N. Mahmudah *et al.*, "BAYESIAN REGRESI SURVIVAL PADA PROSES KEJADIAN HIV / AIDS DI JAWA TIMUR".
- [23] N. Mahmudah and H. Pramoedyo, "Pemodelan Spasial Survival Weibull-3 Parameter dengan Frailty Berdistribusi Conditionally Autoregressive ( CAR )," *Nat. B*, vol. 3, no. 1, pp. 93–102, 2015.
- [24] S. K. Au, *Operational modal analysis: Modeling, bayesian inference, uncertainty laws*. 2017. doi: 10.1007/978-981-10-4118-1.
- [25] D. W. Hosmer, S. Lemeshow, and R. X. Sturdivant, *Applied Logistic Regression: Third Edition*. 2013. doi: 10.1002/9781118548387.