

PENERAPAN MODEL ANALISIS REGRESI LINIER BERGANDA DENGAN PENDEKATAN BAYESIAN PADA DATA ASET BANK DI INDONESIA

*(Application of Multiple Linier Regression Analysis Model using Bayesian Approach for
Assets Bank Data in Indonesia)*

Ahmad Mursyid Ainul^{1*)}, Junaidi²⁾, dan Iut Tri Utami³⁾

^{1*)} Program Studi Statistika, Universitas Tadulako

²⁾ Program Studi Statistika, Universitas Tadulako

³⁾ Program Studi Statistika, Universitas Tadulako

^{*)} mursyidainul03@gmail.com

ABSTRAK

Analisis regresi merupakan salah satu teknik analisis data yang seringkali digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel. Salah satu penerapan regresi dapat ditemukan pada bidang ekonomi yakni penentuan faktor-faktor yang mempengaruhi aset bergantung pada Suku Bunga Dasar Kredit (SBDK). Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi parameter dan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi aset bank menggunakan metode regresi linier berganda dengan pendekatan Bayesian. Aplikasi WinBUGS digunakan dalam iterasi algoritma. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah Aset (Y), Kredit korporasi (X₁), Kredit ritel (X₂), Kredit mikro (X₃), Kredit konsumsi KPR (X₄), Kredit konsumsi non KPR (X₅). Sebanyak 5000 iterasi dengan penerapan metode MCMC dan hasil estimasi parameter β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , β_4 dan β_5 yaitu :

$$\hat{y} = 2,836 + 0,2836x_{1i} + 0,2634x_{2i} + 0,1953x_{3i} + 0,2718x_{4i} + 0,2617x_{5i}$$

dengan selang kepercayaan 95% untuk masing-masing penduga parameter berturut-turut adalah (1,383;4,791), (0,135;0,479), (0,123;0,447), (0,092;0,333), (0,13;0,468) dan (0,126;0,439).

Kata Kunci : Bayesian, MCMC, suku bunga, WinBUGS

ABSTRACT

Regression analysis is a technique of statistical data analysis to investigate the relationship between several variables. One of the application of the regression can be found in the economic field to determine factors that affect the asset which depends on the Basic Interest Rate of Credit (SBDK). The purpose of this study is to estimate the parameters and determining factors that affect bank assets using multiple linear regression method with Bayesian approach. The WinBUGS is used in algorithm iteration. The independent variables used in the research are Assets (Y), Corporate Credit (X₁), Retail Credit (X₂), Micro Credit (X₃), KPR Consumption Loan (X₄), Non-KPR Consumption Loans (X₅). A total of 5000 iterations with the application of the MCMC method and parameters estimation showing that the regression equations are:

$$\hat{y} = 2,836 + 0,2836x_{1i} + 0,2634x_{2i} + 0,1953x_{3i} + 0,2718x_{4i} + 0,2617x_{5i}$$

with 95% confidence intervals for each parameterized predictor are (1,383,4,791), (0,135; 0,479), (0,123; 0,447), (0,092; 0,333), (0,13; 0,468) and (0,126; 0,439). Our research reveals that the 5 independent variables affect the asset

Keywords : Bank Asset, Bayesian, MCMC, Regression Analysis, WinBUGS

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan nyata, sering dilakukan penelitian tentang hubungan sebab-akibat antara dua atau lebih variabel. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*) adalah analisis regresi. **Kutner et al (2004)** menyatakan bahwa analisis regresi merupakan salah satu teknik analisis data dalam statistika yang seringkali digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel.

Parameter model regresi linier dapat ditaksir dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*ordinary least square/OLS*) dan metode kemungkinan maksimum (*maximum likelihood estimation /MLE*) (**Kutner et al., 2004**). Metode lain yang dapat digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi yang berdasarkan informasi awal mengenai populasi dan sampel yang ingin diteliti yang bersifat subjektif sebagai *prior* adalah metode Bayesian.

William (2007) menyatakan dalam metode Bayesian, seseorang dapat memberikan kepercayaan awal (*prior believe*) terhadap suatu parameter karena adanya asumsi bahwa parameter merupakan suatu variabel acak. Kepercayaan awal ini dapat diperbarui dengan menggunakan teorema Bayesian ketika diperoleh data amatan. Teorema Bayesian menyatakan bahwa distribusi peluang *posterior* terhadap data, proporsional terhadap hasil kali dari distribusi *prior* dan *likelihood* (**Box & Tiao, 1973**). Oleh karena itu, analisis regresi linier dengan pendekatan Bayesian akan dipengaruhi oleh pemilihan *prior* dan *likelihood* data.

Mutiarani dkk (2012) menjelaskan dalam penelitiannya bagaimana penerapan model regresi linier Bayesian untuk mengestimasi parameter dan selang kepercayaan dengan data pendapatan dan pengeluaran masyarakat Salatiga. Dalam penelitian lainnya, **Mitha dkk (2014)** menjelaskan tentang bagaimana estimasi

parameter dengan pendekatan Bayesian digunakan untuk membentuk model koreksi kesalahan dari data indeks harga konsumen kota-kota di Papua. Penelitian ini menyimpulkan bahwa model koreksi kesalahan yang diperoleh dengan pendekatan Bayesian dibandingkan dengan model koreksi kesalahan yang diperoleh metode kuadrat terkecil berbeda secara signifikan.

Penerapan regresi pada penelitian ini menggunakan data aset beberapa bank di Indonesia dengan tujuan untuk mengetahui apakah aset suatu bank bergantung pada suku bunga dasar kredit, mengestimasi parameter-parameter dan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi aset bank di Indonesia menggunakan model regresi linier berganda dengan pendekatan Bayesian.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Prosedur Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder diperoleh dari laman *website* Bank Sentral Republik Indonesia tahun 2016 dan untuk data total aset bank di Indonesia diambil dalam laman *website* Otoritas Jasa Keuangan (OJK). Pada penelitian ini yang dijadikan sebagai unit observasi adalah beberapa bank yang terdaftar pada otoritas jasa keuangan. Dengan variabel terikatnya adalah jumlah aset bank di Indonesia. Sedangkan variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada lima variabel bebas yaitu Kredit korporasi (X_1), Kredit ritel (X_2), Kredit mikro (X_3), Kredit konsumsi KPR (X_4), dan Kredit konsumsi non KPR (X_5) dan Aset Bank (Y) sebagai variabel terikat.

2.2 Teknik Analisis

2.2.1 Fungsi Likelihood

Menurut **Bain & Engelhardt (1992)** fungsi *likelihood* adalah fungsi densitas bersama dari n variabel random X_1, X_2, \dots, X_n dan dinyatakan dalam bentuk $f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$. Jika x_1, x_2, \dots, x_n ditetapkan, maka fungsi *likelihood* adalah

fungsi dari parameter θ dan dinotasikan dengan $L(\theta)$. Jika X_1, X_2, \dots, X_n menyatakan suatu sampel random dari $f(x; \theta)$, maka

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta)$$

2.2.2 Distribusi Prior

Prior merupakan bentuk distribusi frekuensi yang merupakan representasi objektif pada suatu parameter yang lebih rasional untuk dipercayai, atau *prior* merupakan suatu representasi subjektivitas seseorang dalam memandang sebuah parameter menurut penilaiannya sendiri. Sehingga permasalahan pokok agar *prior* dapat interpretatif adalah bagaimana memilih distribusi *prior* untuk suatu parameter yang tidak diketahui namun sesuai dengan permasalahan yang ada.

Distribusi *prior* dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan bentuk fungsi *likelihood*-nya (Box & Tiao, 1973):

1. Berkaitan dengan bentuk distribusi hasil identifikasi pola datanya
 - a) Distribusi *prior* konjugat (*conjugate*), mengacu pada acuan analisis model terutama dalam pembentukan fungsi *likelihood*-nya sehingga dalam penentuan *prior* konjugat selalu dipikirkan mengenai penentuan pola dari distribusi *prior* yang mempunyai bentuk konjugat dengan fungsi densitas peluang pembangun *likelihood*-nya.
 - b) Distribusi *prior* tidak konjugat (*non-conjugate*), yaitu apabila pemberian *prior* pada suatu model tidak mengindahkan pada pola pembentuk fungsi *likelihood*-nya.
2. Berkaitan dengan penentuan masing-masing parameter pada pola distribusi *prior* tersebut.
 - a) Distribusi *prior* informatif mengacu pada pemberian parameter dari distribusi *prior* yang telah dipilih baik distribusi *prior* konjugat atau tidak,

pemberian nilai parameter pada distribusi *prior* ini akan sangat mempengaruhi bentuk distribusi *posterior* yang akan didapatkan pada informasi data yang diperoleh.

- b) Distribusi *prior* non-informatif, pemilihannya tidak didasarkan pada data yang ada atau distribusi *prior* yang tidak mengandung informasi tentang parameter θ , salah satu pendekatan dari non-informatif *prior* adalah metode Jeffrey's.

2.2.3 Distribusi Posterior

Untuk menyatakan suatu distribusi *posterior*, digunakan teorema Bayesian yaitu dapat dinyatakan sebagai berikut (Lancaster, 2003)

$$\text{Posterior} \propto \text{likelihood} \times \text{prior}$$

Distribusi *posterior* adalah fungsi densitas bersyarat θ jika diketahui nilai observasi x . Ini dapat dituliskan sebagai:

$$f(\theta|x) = \frac{f(\theta, x)}{f(x)}$$

Apabila θ kontinu, distribusi *prior* dan *posterior* θ dapat disajikan dengan fungsi densitas. Fungsi densitas bersyarat satu variabel *random* jika diketahui nilai variabel *random* kedua hanyalah fungsi kepadatan bersama dua variabel *random* itu dibagi dengan fungsi densitas marginal variabel *random* kedua. Tetapi fungsi densitas bersama $f(\theta, x)$ dan fungsi densitas marginal $f(x)$ pada umumnya tidak diketahui, hanya distribusi *prior* dan fungsi *likelihood* yang biasanya dinyatakan.

Fungsi densitas bersama yang diperlukan dapat ditulis dalam bentuk distribusi *prior* dan fungsi *likelihood* sebagai berikut,

$$f(\theta, x) = f(x|\theta) f(\theta)$$

Dimana $f(x|\theta)$ merupakan fungsi *likelihood* dan $f(\theta)$ merupakan fungsi densitas distribusi *prior*. Selanjutnya fungsi densitas marginal dapat dinyatakan sebagai

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\theta, x) d\theta = \int_{-\infty}^{\infty} f(\theta) f(x|\theta) d\theta$$

Sehingga fungsi densitas *posterior* untuk variabel *random* kontinu dapat ditulis sebagai

$$f(\theta|x) \propto f(x|\theta) f(\theta)$$

Distribusi *posterior* dapat digunakan untuk menentukan *estimator* dan estimasi interval dari parameter yang tidak diketahui (Soejoeti & Soebanar, 1988).

2.2.4 MCMC (Markov Chain Monte Carlo)

Markov Chain Monte Carlo adalah sebuah metode untuk membangkitkan peubah-peubah acak yang didasarkan pada rantai Markov (Casella & Berger, 2002). Dengan MCMC akan diperoleh sebuah barisan sampel acak yang berkorelasi, yakni nilai ke- j dari barisan $\{\theta_j\}$ di-*sampling* dari sebuah distribusi peluang yang bergantung pada nilai sebelumnya $\{\theta_{j-1}\}$. Distribusi eksak dari $\{\theta_j\}$ umumnya tidak diketahui, namun distribusi pada setiap iterasi dalam barisan nilai sampel tersebut akan konvergen pada distribusi yang sesungguhnya untuk nilai j yang cukup besar. Oleh karena itu, jika ukuran sampel yang diperbarui cukup besar maka kelompok terakhir dari nilai yang di-*sampling* dalam barisan tersebut, misal $\{\theta_{p+1}, \theta_{p+2}, \dots\}$ akan mendekati sebuah sampel yang berasal dari distribusi yang diinginkan (Geman, 1997). Notasi P biasanya disebut sebagai *burn in period*. Terdapat dua metode MCMC yang paling populer yaitu algoritma Metropolis-Hastings (Metropolis et al., 1953; Hastings, 1970) dan Gibbs sampling (Geman & Geman, 1984).

2.2.5 Selang Kepercayaan (Interval Kepercayaan Bayesian)

Dalam statistik Bayesian, selang kepercayaan Bayesian $(1-\alpha) \times 100\%$, merupakan selang didalam domain dari distribusi probabilitas *posterior* yang digunakan untuk penafsiran interval. Salah satu metode untuk mengestimasi selang

kepercayaan Bayesian yang paling mudah digunakan adalah selang kepercayaan dua ekor (Johnson, 2009). Selang kepercayaan dua ekor disusun dengan menemukan kuantil $\alpha/2$ dan $1-\alpha/2$ dengan tingkat signifikansi α .

2.2.6 WinBUGS

WinBUGS adalah perangkat lunak berbasis bahasa pemrograman yang digunakan untuk menghasilkan sampel acak dari distribusi *posterior* parameter model Bayesian. Pengguna hanya harus menentukan data, struktur model yang sedang dipertimbangkan dan beberapa nilai awal untuk parameter model. BUGS, nenek moyang WinBUGS, menjadi populer selama tahun 1990an. Akronim BUGS singkatan dari inisial kalimat "*Bayesian Inference Using Gibbs Sampling*" (Ioannis, 1973). WinBUGS sekarang bisa dijalankan bahkan dari paket perangkat lunak lain, seperti R, Matlab, dan Excel. Tujuan awal dari proyek WinBUGS adalah untuk mengembangkan perangkat lunak untuk memproduksi sampel MCMC dari distribusi *posterior* parameter model yang diinginkan.

2.2.7 Aset dan Suku Bunga Dasar Kredit

Aset adalah barang, yang dalam pengertian hukum disebut benda, yang terdiri dari benda tidak bergerak dan benda bergerak, baik yang berwujud (*tangible*) maupun yang tidak berwujud (*Intangible*), yang tercakup dalam aktiva atau kekayaan atau harta kekayaan dari suatu instansi, organisasi, badan usaha atau individu perorangan (Lembaga Administrasi Negara, 2007). Suku Bunga Dasar Kredit (SBDK) adalah suku bunga terendah yang digunakan sebagai dasar bagi bank dalam penentuan suku bunga kredit yang dikenakan kepada nasabah bank. SBDK merupakan hasil perhitungan dari tiga komponen yakni Harga Pokok Dana untuk Kredit (HPDK), biaya *overhead*, dan margin keuntungan (*profit margin*). Perhitungan SBDK dihitung untuk 3 jenis kredit yaitu kredit korporasi, kredit ritel, dan kredit

konsumsi (KPR dan non KPR) (Junaidi dkk., 2013).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jika x_1, x_2, \dots, x_n adalah sampel random berdistribusi normal dengan densitas $f(x_i; \theta, \sigma^2)$, maka fungsi *likelihood* didefinisikan dengan:

$$f(x|\sigma^2) = \prod_{i=1}^n f(x_i|\sigma^2) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} \sigma^{-n} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \theta)^2\right]$$

Kemudian untuk distribusi *prior* non-informatif $f(\vartheta)$ dari distribusi normal dimana $\vartheta = (\theta, \sigma^2)$, diasumsikan bahwa θ dan σ^2 adalah *independen*. Sedangkan nilai non-informatif *prior* untuk $f(\theta) = c$ adalah konstan, sehingga diperoleh

$$f(\vartheta) = f(\theta)f(\sigma^2) = c \times \frac{1}{\sigma^2} \propto \frac{1}{\sigma^2}$$

Setelah mencari fungsi *likelihood* dan menentukan distribusi *prior* dari distribusi normal maka dapat dicari distribusi *posterior*-nya

$$f(\theta, \sigma^2|x) = \frac{L(\theta, \sigma^2) \times f(\vartheta)}{\int_{\sigma^2=-\infty}^{\infty} \int_{\theta=-\infty}^{\infty} L(\theta, \sigma^2) \times f(\vartheta) d\theta d\sigma^2} = \frac{(2\pi)^{-\frac{n}{2}} (\sigma^2)^{-\left(\frac{n}{2}\right)} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \theta)^2\right]}{(2\pi)^{-\frac{n}{2}} \left(\frac{2\pi}{n}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{(n-1)s^2}{2}\right)^{\left(\frac{n-1}{2}\right)} \Gamma\left(\frac{(n-1)}{2}\right)}$$

Untuk mendapatkan estimasi parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ dengan model regresi linier dengan pendekatan Bayesian, dirancang rantai Markov dari distribusi *posterior* dengan Gibbs *sampling* sebanyak 5000 iterasi yang konvergen. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi WinBUGS. Tabel 1 menunjukkan hasil estimasi masing-masing parameter dengan pendekatan Bayesian. Diperoleh nilai dugaan untuk parameter $\beta_0 = 2,836,$

$$\beta_1 = 0,2836, \quad \beta_2 = 0,2634, \quad \beta_3 = 0,1953, \quad \beta_4 = 0,2718 \text{ dan } \beta_5 = 0,2617$$

Tabel 1. Estimasi Parameter Model Regresi Linier dengan Pendekatan Bayesian

Node	Mean	Sd	MC error
β_0	2.836	0.878	0.01645
β_1	0.2836	0.08874	0.00168
β_2	0.2634	0.08332	0.00158
β_3	0.1953	0.06314	0.00107
β_4	0.2718	0.08663	0.00153
β_5	0.2617	0.08177	0.00151

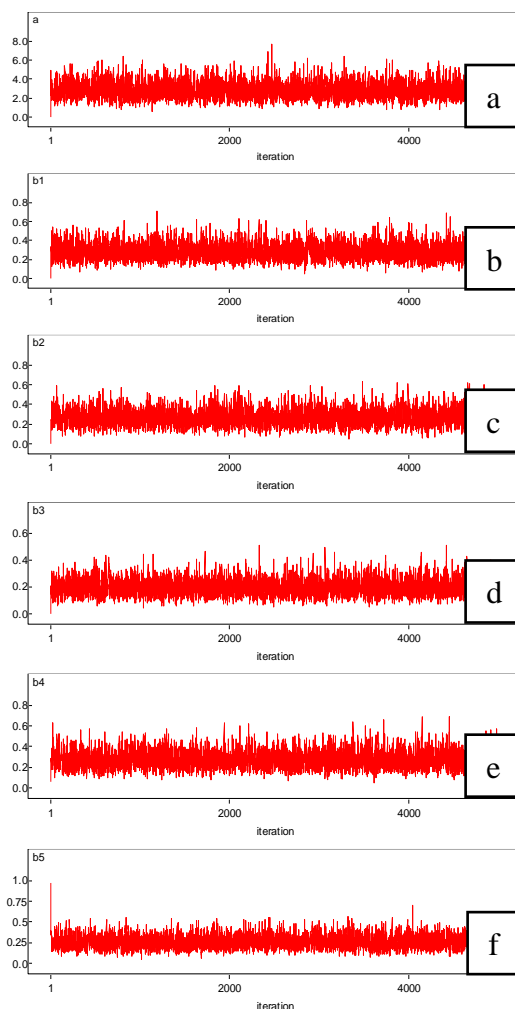
Tabel 2. Kuantil Parameter Model Regresi Linier dengan Pendekatan Bayesian

Node	2.50%	Median	97.50%
β_0	1.383	2.764	4.791
β_1	0.1351	0.2758	0.4797
β_2	0.1227	0.259	0.4469
β_3	0.09183	0.1891	0.3328
β_4	0.13	0.263	0.4683
β_5	0.1261	0.2545	0.4391

Dilihat dari Tabel 2 dengan selang kepercayaan 95% dapat diinterpretasikan sebagai peluang nilai parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ dan β_5 berturut-turut berada diantara selang $(1,383; 2,764), (0,1351; 0,4797), (0,1227; 0,4469), (0,09183 ; 0,3328), (0,13 ; 0,4683),$ dan $(0,1261 ; 0,4391).$ Pengujian pengaruh dapat dilihat dari nilai persentil 2,5% hingga 97,5%. Dalam rentang tersebut tidak adanya nilai nol dapat dikatakan variabel bebas tersebut berpengaruh terhadap variabel terikat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Kredit korporasi (X₁), Kredit ritel (X₂), Kredit mikro (X₃), Kredit konsumsi KPR (X₄) dan Kredit konsumsi non KPR (X₅) berpengaruh signifikan secara positif terhadap jumlah aset (Y).

Rantai Markov yang diperoleh dari 5000 iterasi Gibbs *sampling* yang konvergen ditunjukkan pada Gambar 01.

Kelebihan metode pendekatan Bayesian yaitu nilai *error* yang dihasilkan lebih kecil sehingga membentuk model regresi yang mampu menduga lebih teliti. Dalam penelitian ini, untuk jenis *prior* yang digunakan adalah *prior* konjugat dengan menggunakan distribusi *invers-gamma*. Bagi pembaca yang berminat pada pemodelan menggunakan analisis regresi linier dengan pendekatan Bayesian, dapat mengaplikasikan jenis *prior* non-konjugat menggunakan distribusi lainnya dengan teknik Metropolis-Hasting.



Gambar 01. Gibbs sampling konvergen untuk parameter β_0 (a), β_1 (b), β_2 (c), β_3 (d), β_4 (e) dan β_5 (f).

IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dengan merancang rantai Markov dari distribusi *posterior* dengan Gibbs *sampling* sebanyak 5000 iterasi, diperoleh model regresi linier berganda dengan pendekatan Bayesian yang digunakan dalam pemodelan jumlah aset bank di Indonesia adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 2,836 + 0,2836x_{1i} + 0,2634x_{2i} + 0,1953x_{3i} + 0,2718x_{4i} + 0,2617x_{5i}$$
2. Selang kepercayaan 95% untuk masing-masing taksiran parameter adalah sebagai berikut $\beta_0 = (2,764; 4,791)$, $\beta_1 = (0,1351; 0,4797)$, $\beta_2 = (0,1227; 0,4469)$, $\beta_3 = (0,09183; 0,3328)$, $\beta_4 = (0,13; 0,4683)$, $\beta_5 = (0,1261; 0,4391)$.
3. Karena tidak terdapatnya nilai nol dalam selang kepercayaan 95% untuk setiap taksiran parameter β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , β_4 dan β_5 dapat disimpulkan bahwa Kredit Korporasi (X_1), kredit ritel (X_2), kredit mikro (X_3), kredit KPR (X_4) dan kredit non KPR (X_5) berpengaruh terhadap aset (Y).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tuaku tercinta sebagai pahlawan yang telah mendoakan, mendidik, memberi kasih sayang yang tulus dan mengorbankan segalanya demi penyelesaian studi penulis. Kepada bapak Muhamad Iqbal Thola, S.Si., M.Si, yang selama ini telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk membimbing dan mengarahkan penulis. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Statistika yang telah banyak membantu penulis dengan bekal ilmu yang dimiliki. Pimpinan, pengurus dan staf Jurusan Matematika dan Program studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bain, L. J., and Engelhardt, M. (1992). *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*. Second Edition. Duxbury Press; California
- Box, G. E. P., and Tiao, G. C., (1973). *Bayesian Inference In Statistical Analysis*. Philippines : Addison-Wesley Publishing Company Inc, 1973.
- Casella. G., and Berger, R.L. (2002) *Statistical Inference*, Thomson Learning, Duxbury.
- Evans, S. (2012). *Bayesian Regression Analysis*. Faculty of The College of Arts and Sciences, University of Louisville, 2012.
- Gamerman, D. (1997) *Markov Chain Monte Carlo: Stochastic Simulation for Bayesian Inference*, Chapman & Hall, London, 1997.
- Geman, S., and Geman, D. (1984). Stochastic relaxation, Gibbs distributions, and the Bayesian restoration of images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*.
- Ioannis, N. (1973). *Bayesian Modeling Using WinBUGS*. New Jersey: A John Wiley & Sons, Inc.
- Johnson, M.S. (2009). *Introduction to Bayesian Statistics with WinBUGS*. New York : Columbia University.
- Junaidi., Magdalena, M., dan Nurdiono., (2013). “Transparansi Informasi Suku Bunga Dasar Kredit Pada Kredit UMKM”.
- Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim., dan J. Neter. (2004). *Applied Linear Regression Models*. 4th ed. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Lancaster, T., (2003). *An Introduction to Modern Bayesian Econometrics*.
- Lembaga Administrasi Negara, (2007). *Dasar-Dasar Manajemen Aset atau Barang Milik Daerah*. Diklat Teknis Manajemen Aset Daerah.
- Mitha, R. D., Setiawan, A., dan Parhusip, H. A., (2014). Model Koreksi Kesalahan Dengan Metode Bayesian Pada Data Runtun Waktu Indeks Harga Konsumen Kota - Kota Di Papua. *Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains IX, Universitas Kristen Satya Wacana 2014*. Vol. 5. Hal. 10
- Metropolis, N .. Rosenbluth, A. W ., Rosenbluth. M. N., Teller, A. H., and Teller, E. (1953). Equation of state calculations by fast computing machines. *Journal of Chemical Physics*
- Mutiarani, V., Setiawan, A., dan Parhusip, H. A., (2012). Penerapan Model Regresi Linier Bayesian Untuk Mengestimasi Parameter dan Interval Kredibel, *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan 2012 (SENDIKMAD 2012) Universitas Ahmad Dahlan, 2012*.
- Soejoeti, Z., dan Soebanar. (1988). *Inferensi Bayesian*. Jakarta : Karunika Universitas Terbuka.
- William, M. B., 2007. *Introduction to Bayesian Statistics*, 2nd ed. *New Jersey: Wiley*.