**Regresi Logistik menggunakan Metode Bayes dan Aplikasinya pada Bayi Lahir Berat Rendah (Studi kasus: Rumah Sakit Khusus Daerah Ibu dan Anak Siti Fatimah Kota Makassar)**

Yusmawati

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Negeri Makassar, Parang Tambung, 90244 Sulawesi Selatan, Indonesia

Email : yusmawatiUNM@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

Regresi logistik adalah suatu metode analisis statistika yang mendeskripsikan hubungan antara variabel terikat yang memiliki dua kategori atau lebih dengan satu atau lebih variabel bebas. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan beberapa faktor yang mempengaruhi berat bayi lahir di Rumah Sakit Ibu dan Anak Siti Fatimah Kota Makassar dari bulan Desember 2015 sampai bulan Januari 2016, untuk memenuhi tujuan tersebut digunakan analisis regresi logistik dengan menggunakan metode bayes, metode bayes merupakan metode pendugaan parameter yang menggabungkan *likelihood* dan distribusi prior. Model Estimasi parameter metode bayes dengan menggunakan perluasan distribusi prior Jeffrey untuk distribusi eksponensial adalah :. Dari penelitian ini, jika menggunakan nilai kuantil 2,5% dan kuantil 97,5% maka tidak ada faktor-faktor secara signifikan berpengaruh terhadap berat bayi lahir, tetapi jika menggunakan kuantil ke 25% dan kuantil ke 75% didapatkan faktor yang berpengaruh secara signifikan yaitu umur ibu, paritas, dan pekerjaan ayah, serta resiko seorang ibu melahirkan bayi lahir berat rendah adalah sebesar 0,63.

**Kata Kunci**: Regresi logistik biner, metode bayes, berat bayi lahir.

**ABSTRACT**

Logistic regression is an analysis statistic method to descripsion the relations between dependent variable to have two category or more with one or more independent variable. This research purpose to explain some of the factors that affect birth weight in the “Ibu dan Anak Siti Fatimah Makassar City hospital” from December 2015 through January 2016. Bayes method is parameter estimate method to unite likelihood and prior distribution. Perameter estimate method of Bayes method with enlargement prior Jeffrey distribution for exponential distribution is. From this research, if using quantile value of 2.5% and 97.5% quantile then no factors significantly affect birth weight, but if using quantile to the 25% and 75% quantile to obtain a factor that significantly is maternal age, parity, and the father's occupation, as well as the risk of a mother give birth to a low birth weight are at 0.63.

**Keyword**: Biner logistic regression, bayes method, birth weight babies.

1. **PENDAHULUAN**

Metode pendugaan parameter yang umum digunakan pada regresi logistik adalah metode *Maximum Likelihood* (MLE). Akan tetapi, pada penelitian ini kurang tepat apabila menggunakan metode MLE dalam pendugaan parameter, hal ini disebabkan oleh ukuran sampel yang kecil, apabila metode MLE tetap digunakan maka hasil pendugaan parameter akan bersifat bias. Selain itu, *standard errors* yang dihasilkan mungkin tidak tepat dan mengarah pada selang kepercayaan maupun statistik uji yang salah, ukuran sampel yang kecil yaitu kurang dari 30 (Scheaffer, 1990). Alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menggunakan metode pendugaan parameter lain yaitu metode Bayes, metode Bayes merupakan metode pendugaan parameter yang menggabungkan informasi dari data sampel yang diperoleh dari populasi dengan informasi awal yang disebut sebagai distribusi prior, dan hasilnya dinyatakan sebagai distribusi posterior.

Bayi lahir berat rendah adalah bayi baru lahir dengan berat badan lahir kurang dari 2500 gram, istilah prematuritas telah diganti dengan berat bayi lahir rendah (BBLR) karena secara medis terdapat dua bentuk penyebab kelahiran bayi dengan berat badan kurang dari 2500 gram, yaitu karena umur kehamilan kurang dari 37 minggu, berat badan lebih rendah dari semestinya sekalipun cukup umur, atau karena kombinasi keduanya (Herna, 2008).

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi bayi lahir berat rendah diantaranya faktor ibu yaitu, gizi yang kurang pada saat hamil, umur kurang dari 20 tahun atau di atas 35 tahun, jarak hamil dan bersalin terlalu dekat, penyakit menahun ibu, seperti: hipertensi, jantung, gangguan pembuluh darah (perokok), dan faktor pekerjaan yang terlalu berat (Manuaba, 1998). Berdasarkan definisi dari regresi logistik cocok diterapkan pada kasus bayi lahir berat rendah dan karena berat yang rendah pada bayi yang baru lahir menimbulkan banyak dampak negatif terhadap anak itu sendiri serta banyak merisaukan pihak-pihak yang bersangkutan.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Bayi Berat Lahir Rendah**

BBLR didefinisikan sebagai bayi yang lahir dengan berat badan kurang dari 2.500 gram pada saat lahir atau setara degan berat 5 pon lebih 8 ons (Bobak et.al, 2004). Banyak faktor yang menyebabkan bayi lahir dengan berat badan kurang. Sebagian faktor berasal dari ibu yang dialami pada masa kehamilan. Faktor-faktor tersebut anatara lain penyakit, usia, gizi, dan berat badan (Mitayani, 2009).

BBLR dapat diklasifikasikan ke dalam dua golongan, yaitu :

a. Prematuritas murni

Maturitas bayi mempengaruhi kemampuannya untuk bertahan. Sebagai contoh, usia gestasi yang lebih lama, memungkinkan bayi yang dilahirkan mempunyai berat badan yang sama dengan bayi usia gestasi lebih singkat, tetapi bayi yang kurang matur memiliki resiko tinggi (Hamilton, 1985). Prematuritas murni adalah bayi yang lahir dengan masa kehamilan kurang dari 37 minggu dan berat bayi sesuai dengan gestasi atau yang disebut neonatus kurang bulan sesuai untuk masa kehamilan.

b. Bayi *Small for gestational age* (SGA)

SGA adalah berat bayi lahir tidak sesuai dengan masa kehamilan.

**2.2.Regresi Logistik Biner**

Menurut Kleinbaum dan Klein (2002), Regresi Logistik adalah suatu model pendekatan matematik yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara beberapa variabel penjelas dengan suatu variabel respon dikotomi. Variabel dikotomi mempunyai dua nilai kemungkinan yang biasanya dinyatakan dengan 0 (gagal) dan 1 (sukses).

Diberikan model sebagai berikut :

Jika Y diberi kode 0 dan 1, maka

Nilai harapan dari adalah

Persamaan umum untuk regresi logistik binernya adalah:

Model pada persamaan (1) merupakan model peluang suatu kejadian dipengaruhi oleh faktor-faktor. Persamaan ini mempunyai bentuk yang tidak linear. Untuk membuatnya menjadi persamaan yang linear, maka digunakan transformasi log dari odd rasio atau disebut juga transformasi logit. Berikut ini logit dari persamaan (1)

ln

* 1. **Teorema Bayes**

Teorema Bayes merupakan salah satu metode pemilihan model terbaik yang melibatkan ketidakpastian model yaitu dengan merata-ratakan distribusi posterior dari semua model yang mungkin. Tujuan dari metode Bayes adalah menggabungkan model-model yang tidak pasti sehingga didapat suatu model yang terbaik. Misalnya peristiwa-peristiwa membentuk suatu partisi di dalam ruang sampel S sedemikian sehingga dengan i bernilai 1, 2, ..., k dan B sembarang peristiwa sedemikian sehingga , maka

Teorema Bayes memberikan aturan sederhana untuk menghitung probabilitas bersyarat peristiwa jika telah terjadi, yaitu jika masing-masing probabilitas tak bersyarat dan probabilitas dengan diketahui. (Soejoeti dkk., 1988)

1. **Prior**

Proporsi p mempunyai rentang nilai 0 sampai 1, dalam paradigma Bayesian, seseorang mengungkapkan suatu keyakinan dalam sebuah proporsi populasi sebelum mengobservasi data melalui densitas probabilitas pada suatu unit interval. Densitas probabilitas ini yang disebut sebagai densitas prior selama hal tersebut merefleksikan kepercayaan subjektif seseorang.

Box dan Tiao (1973) membagi prior menjadi 2 kelompok berdasarkan fungsi Likelihoodnya:

1. Berkaitan dengan bentuk distribusi hasil identifikasi pola datanya
2. Prior konjugat, mengacu pada acuan analisis model terutama dalam pembentukan fungsi likelihoodnya sehingga dalam penentuan prior konjugat selalu dipikirkan mengenai penentuan pola distribusi prior yang mempunyai bentuk konjugat dengan fungsi densitas peluang pembangun likelihoodnya.
3. Prior non-konjugat, pemberian prior pada model tidak mempertimbangkan pola pembentuk fungsi likelihoodnya.
4. Berkaitan dengan penentuan masing-masing parameter pada pola distribusi prior tersebut.
5. 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.
6. Prior non-informatif, apabila pemilihan distribusi priornya tidak didasarkan pada informasi yang ada sebelumnya. Apabila pengetahuan tentang priornya sangat lemah, maka bisa digunakan prior berdistribusi normal dengan mean nol dan varian besar. Efek dari penggunaan prior dengan mean nol adalah estimasi parameternya dihaluskan menuju nol. Tetapi, karena pemulusan ini dilakukan oleh varian, maka pemulusan tersebut bisa diturunkan dengan meningkatkan varian (Galindo-Garre dan Vermunt, 2004).
7. **Posterior**

Probabilitas bersyarat B apabila A diketahui dirumuskan sebagai :

Menurut Soejoeti dan Soebanar (1988), bentuk distrubusi prior ada dua macam, yaitu untuk model probabilitas kontinu dan untuk probabilitas diskret.

* + 1. **Posterior untuk Probabilitas Kontinu**

Apabila kontinu, distribusi prior dan posterior dapat disajikan dengan fungsi kepadatan. Distribusi posterior adalah fungsi kepadatan bersyarat jika diketahui nilai observasi y statistik sampel .

* + 1. **Posterior untuk Probabilitas Diskret**

Misalkan informasi sampel ditunjukkan oleh statistik , maka fungsi likelihoodnya bisa dinyatakan dengan . Dengan demikian, distribusi posteriornya dapat dinyatakan dengan

* 1. **Uji Hipotesis**

Uji hipotesis adalah metode statistik frekuentis yang digunakan peneliti untuk mengawal suatu keputusan yang didasarkan pada data. Tidak adanya pengaruh perlakuan dinyatakan dengan hipotesis null yang nilai parameternya menyebabkan perlakuan bernilai nol. Hipotesis lawannya yang menyatakan sebuah perlakuan tidak bernilai nol disebut hipotesis alternatif. Uji hipotesis untuk bayesian menggunakan *credibel interval* yang bentuk sederhananya dapat ditunjukkan oleh kuantil 2,5% dan 97,5%. Apabila nilai mean dari proses simulasi berada di dalam kuantil tersebut, maka dapat disimpulkan tidak ada pengaruh perlakuan terhadap variabel respon. Sebaliknya, apabila nilai mean berada di luar, maka disimpulkan ada pengaruh perlakuan terhadap variabel respon. (Ntzoufraz, 2009)

* 1. **Markov Chain Monte Carlo**

Markov Chain Monte Carlo (MCMC) adalah suatu metode untuk menetukan nilai parameter dari suatu integrasi analitik yang sulit. Metode MCMC didasarkan pada bentuk rantai markov yang konvergen pada distribusi target (stasioner atau equilibrium) yang pada kasus ini adalah distribusi posterior.

Terdapat beberapa macam algoritma MCMC. Salah satunya adalah algoritma *Metropolis-Hastings* yang digunakan untuk membangkitkan sampel random. Algoritma dari simulasi Random-walk Metropolis-Hastings akan berjalan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai awal
2. Menentukan banyak iterasi t=1,...,T
3. Mengatur
4. Membangkitkan nilai baru dari distribusi proposal
5. Menghitung log = min (0,A) dengan A diberikan oleh
6. Membangkitkan
7. Menghitung
8. Jika , maka menetapkan , jika sebaliknya .
9. **HASIL dan PEMBAHASAN**
	1. **Kajian Matematis dari Estimasi Parameter Metode Bayes**

Dasar dari metode Bayes adalah probabilitas bersyarat, sehingga untuk melakukan estimasi diperlukan sebuah informasi awal dari parameter yang disebut dengan distribusi prior. Distribusi prior dapat dinotasikan dengan , yang mana adalah parameter dari distribusi sampel. Salah satu distribusi prior adalah distribusi prior Jeffrey yaitu , dimana

Dalam aplikasinya, distribusi prior Jeffrey diperluas menjadi perluasan distribusi prior Jeffrey yaitu:

Untuk semua .

Sehingga perluasan distribusi prior Jeffrey untuk Distribusi Eksponensial yaitu:

Dengan adalah konstanta, dan adalah jumlah sampel.

Distribusi prior kemudian dikombinasi dengan distribusi sampel yang akan menghasilkan distribusi baru yaitu distribusi posterior. Distribusi posterior diperoleh dengan cara membagi fungsi kepadatan bersama dengan fungsi marginal, untuk menghasilkan fungsi kepadatan bersama dan fungsi marginal dilakukan dengan cara berikut:

Fungsi kepadatan bersama dari yaitu:

 (8)

Fungsi marginal dari yaitu:

Dari persamaan (8) dan persamaan (9) distribusi posterior dapat ditulis sebagai berikut:

Estimasi Bayes adalah rata-rata dari distribusi posterior

Dengan demikian penduga Bayes bagi adalah

 Penduga yang diperoleh menggunakan metode Bayes dengan simulasi data dilakukan dengan membangkitkan berbagai jenis kondisi data yang melibatkan nilai serta ukuran sampel yaitu = 58, kemudian dilakukan perulangan sebanyak 10.000 kali setiap kombinasi dan , data yang diperoleh tersebut dianalisis untuk menduga paramater , penduga parameter dengan metode Bayes dengan menggunakan perluasan distribusi prior Jeffrey yang melibatkan beberapa nilai konstanta Jeffrey yaitu = 0,1 dan 0,3.

* 1. **Pemilihan Model Regresi Logistik terbaik**

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Rumah Sakit Khusus Daerah Ibu dan Anak Siti Fatimah Kota Makassar berupa data ibu dan bayi yang dilahirkan pada periode Desember 2015 sampai Januari 2016.

Distribusi posterior yang digunakan untuk mengestimasi parameter dari regresi logistik biner mempunyai bentuk analitik yang sulit. Untuk itu dilakukan simulasi dari distribusi posterior yang terbentuk. Metode simulasi yang digunakan adalah metode Random-walk Metropolis-Hastings. Jalannya simulasi tersebut membutuhkan nilai prior, nilai awal (*initial value*), dan distribusi proposal. Untuk selengkapnya akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Prior

Untuk mengatasi sedikitnya informasi, maka digunakan prior berdistribusi normal (0,).

2. *Initial value*

Nilai awal yang akan digunakan dalam proses simulasi adalah 0 untuk semua parameter.

3. Distribusi proposal

Metode simulasi Metropolis-Hastings ini memerlukan sebuah nilai dari distribusi proposal yang akan digunakan untuk pembangkitan sampel randomnya.

Pada iterasi 1001 : 11000 dengan thining interval 1 memberikan hasil yang sudah konvergen, berikut gambar plot posterior :





**Gambar 1 Plot Posterior**

Pengujian hipotesis terhadap parameter regresi dilakukan dengan pendekatan interval konfidensi 95% dari masing-masing parameter. Hal ini dikarenakan distribusi posterior tidak diketahui dengan pasti. Interval konfidensi 95% dihitung dengan batas bawah yaitu kuantil ke 2,5% dan batas atasnya adalah kuantil ke 97,5%. Parameter dinyatakan signifikan jika interval konfidensi 95% parameter tidak memuat nilai nol. Parameter yang signifikan menunjukkan variabel bebas berpengaruh terhadap respon dan parameter yang tidak signifikan menyatakan variabel bebas tidak berpengaruh terhadap respon. Adapun nilai estimasi parameter, dan kesimpulannya akan dijelaskan dalam tabel 1.

* Adapun nilai estimasi parameter yang didapat dengan menggunakan metode bayes dengan nilai kuantil ke 2,5% dan kuantil ke 97,5%adalah sebagai berikut:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variabel | mean | 2,5% Kuantil | 97,5% Kuantil | signifikan | kesimpulan |
| Berat Bayi | -0,3962 | -1,5299 | 0,7321 | - | - |
| Umur Ibu | 0,9535 | -0,7933 | 3,0496 | tidak | Tidak berpengaruh |
| Paritas | 0,9210 | -0,3551 | 2,2506 | tidak | Tidak berpengaruh |
| Pekerjaan Ayah | 0,5260 | -0,7359 | 1,8717 | tidak | Tidak berpengaruh |
| Tekanan Darah | 0,4123 | -2,5939 | 3.9890 | tidak | Tidak berpengaruh |

**Tabel 1 Nilai Estimasi Parameter**

 : Variabel umur ibu, paritas, keadaan sosial, dan hipertensi secara bersama-sama tidak berpengaruh signifikan terhadap berat bayi lahir.

 : Variabel umur ibu, paritas, keadaan sosial, dan hipertensi atau minimal satu variabel berpengaruh signifikan terhadap berat bayi lahir.

Berdasarkan tabel 1 diperoleh nilai estimasi parameter, dimana nilai semua parameter dengan kuantil ke 2,5% dan kuantil ke 97,5% memuat nilai nol, maka diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel umur ibu, paritas, pekerjaan ayah, dan tekanan darah tidak berpengaruh signifikan terhadap berat bayi lahir.

* Adapun nilai estimasi parameter yang didapat dengan menggunakan metode bayes dengan nilai kuantil ke 25% dan kuantil ke 75% sebagai berikut:

**Tabel 2 Nilai Estimasi Parameter**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variabel | Mean | Kuantil | Signifikan (kuantil 25% dan 75%) | kesimpulan |
| 2,5% | 25% | 50% | 75% | 97,5% |
| Berat Bayi | -0,3962 | -1, 5299 | -0,78938 | -0,3941 | -0,02446 | 0,7321 | - | - |
| Umur Ibu | 0,9535 | -0,7933 | 0,27674 | 0,8953 | 1,53711 | 3,0496 | Ya | Berpengaruh |
| Paritas | 0,9210 | -0,3551 | 0,47650 | 0,8958 | 1,35376 | 2,2506 | Ya | Berpengaruh |
| Pekerjaan Ayah | 0,5260 | -0,7359 | 0,08683 | 0,5030 | 0,94940 | 1,8717 | Ya | Berpengaruh |
| Tekanan Darah | 0,4123 | -2,539 | -0,71309 | 0,3773 | 1,37937 | 3.9890 | Tidak | Tidak Berpengaruh |

 : Variabel umur ibu, paritas, keadaan sosial, dan hipertensi secara bersama-sama tidak berpengaruh signifikan terhadap berat bayi lahir.

 : Variabel umur ibu, paritas, keadaan sosial, dan hipertensi atau minimal satu variabel berpengaruh signifikan terhadap berat bayi lahir.

Berdasarkan tabel 2 diperoleh nilai estimasi parameter, dimana nilai parameter untuk umur ibu, paritas, dan pekerjaan ayah dengan kuantil ke 25% dan kuantil ke 75% tidak memuat nilai nol dan nilai parameter untuk tekanan darah dengan kuantil ke 25% dan kuantil ke 75% memuat nilai nol. Dapat disimpulkan bahwa ditolak dimana parameter untuk umur ibu, paritas, dan pekerjaan ayah berpengaruh secara signifikan terhadap berat bayi lahir.

Dari semua analisis yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa tidak ada faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap berat bayi lahir, karena berdasarkan pengujian parameter pada metode bayes jika nilai antara 2,5% dan 97,5% memuat nilai nol maka dapat dinyatakan parameter tidak signifikan. Sehingga dalam penelitian ini tidak dapat dibentuk model regresi logistik dan probabilitas atau resiko terjadinya bayi lahir berat rendah atau normal.

Berbeda jika menggunakan pengujian parameter dengan menggunakan nilai kuantil ke 25% dan kuantil ke 75%, dimana jika menggunakan nilai kuantil ke 25% dan kuantil ke 75% terdapat beberapa faktor yang berpengaruh secara signifikan yaitu umur ibu, paritas, dan pekerjaan ayah, sedangkan untuk faktor tekanan darah tidak berpengaruh terhadap berat bayi lahir, adapun model yang terbentuk adalah :

Peluang seorang ibu dengan kriteria tersebut, yaitu usia dalam rentang 20 – 35 tahun, melahirkan anak I dan lebih dari 4, serta memiliki tingkatan ekonomi lebih tinggi mempunyai sedikit resiko melahirkan bayi lahir berat rendah sebesar 0,63.

1. **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Estimasi parameter metode bayes dengan menggunakan perluasan distribusi prior Jeffrey untuk distribusi eksponensial adalah :

.

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan menggnunakan nilai kuantil 2,5% dan kuantil 97,5% maka didapatkan bahwa tidak ada faktor-faktor yang secara signifikan berpengaruh terhadap seorang bayi lahir dengan kondisi normal atau bayi lahir berat rendah, berbeda jika menggunakan nilai kuantil ke 25% dan kuantil ke 75% didapatkan bahwa ada faktor yang signifikan berpengaruh terhadap berat bayi lahir yaitu umur ibu, paritas, dan pekerjaan ayah. Adapun model terbaik yang didapatkan adalah:
2. Berdasarkan faktor-faktor yang signifikan berpengaruh terhadap berat bayi lahir dengan nilai kuantil ke 25% dan kuantil ke 75% dapat diketahui resiko seorang ibu melahirkan bayi lahir berat rendah adalah sebesar 0,63.

 **DAFTAR PUSTAKA**

Agresti, A. 1990. *Categorical Data Analysis.* John Wiley & Sons, Inc., New York.

Ahmad, Paturusi, 2009. *Aplikasi Regresi Logistik Pada Berat Badan Bayi Lahir (studi kasus Rumah Sakit Umum Haji Makassar).* Skripsi: Universitas Negeri Makassar.

Anonim. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya BBLR, diakses melalui http://www.rshappyland.com/index.php/artikelkesehatan/483faktor%09-faktor-yang-mempengaruhi-berat-bayi-lahir.

Box, G.E.P. dan Tiao, G.C. 1973. *Bayesian Inference in Statistical Analysis.* Addision-Wesley Publishing Company, Inc: Philippines.

Colleit, 1994. *Modelling Survival Data in Medical Research.* London: Chaprnan & Hall, Inc.

DEPKES, 1993. *Asuhan Kesehatan Anak dalam Konteks Keluarga.* Jakarta: Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan RI.

Galindo-Garre, F dan Vermunt, J. K. 2004. *Bayesian Posterior Estimation of Logit Parameters with Small Samples*. Jurnal. Sage Publication: Netherlands.

Halwatia. 2006. *Laporan Penelitian Penggunaan Regresi Logistik dalam Pemodelan Pemilihan Alat Kontrasepsi di Provinsi Sulawesi Selatan*. Makassar: Lembaga Penelitian UNM.

Herna, 2008. *Aplikasi Regresi Logistik Pada Berat Badan Bayi Lahir (studi kasus Rumah Sakit Bersalin Mattiro Baji Gowa).* Skripsi: Universitas Negeri Makassar.

Hosmer, D.W. dan Lemeshow S., 2000. *Applied Logistic Regression Second Edition*. John Wiley & Son, Inc: New York.

Lily, dkk. 2012. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Bayi Berat Lahir Rendah dengan Model Regresi Logistik Biner Menggunakan Metode Bayes (studi kasus di Rumah Sakit Umum Daerah Kota Semarang)*. Jurnal : FSM Universitas Diponegoro.

Manuaba, 1998. *Ilmu Kebidanan, Penyakit Kandungan dan Keluarga Berencana untuk Pendidikan Bidan.* Jakarta: Skripsi: EGC.

M. A Supranto, J. 1981. Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 2 Edisi Ketiga. Erlangga

Ntzoufraz, I. 2009. *Bayesian Modelling Using WinBUGS.* John Wiley & Sons, Inc: Ney Jersey.

Nur, 2008. *Regresi Logistik dan Penerapannya dalam Bidang Kesehatan (stu di kasus Kelahiran Prematur di RSKIA PKU Muhammadyah Kotagede Yogyakarta).* Skripsi: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Olivia, 2012. *Pemodelan Regresi Logistik Multinomial Menggunakan Metode Bayes (Studi Kasus Pada Pasien Penderita Penyakit Tuberkulosis Di Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang)*. Jurnal : Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya.

Scheaffer, R.L., Mendenhall, W. and Ott, L., (1990), *Elementary Survey Sampling*, Fourth Edition, PWS-KENT, Boston.

Supranto, J. 1991. *Statistika Pasar Modal.* Jakarta*:* Rineka Cipta

Soejoeti, Z dan Soebanar. 1988*. Inferensi Bayesian*. Karunika Universitas Terbuka: Jakarta.

Tiro, M.A. 2011. *Analisis Regresi Dengan Data Kategori.* Makassar: Andira Publisher

Wiknjosastro H. 2002. *Ilmu Kebidanan.* Jakarta: Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prwirohardjo