

Small Area Estimation Using Empirical Bayes Poisson Gamma on Adolescent Fertility Rate in Indonesia *

Small Area Estimation Menggunakan Empirical Bayes Poisson Gamma pada Angka Fertilitas Remaja di Indonesia

Putri Septianingsih¹, Ika Yuni Wulansari^{2‡}

¹Badan Pusat Statistik Minahasa Utara, Sulawesi Utara, Indonesia

²Politeknik Statistika STIS, Indonesia

[‡]corresponding author: ikayuni@stis.ac.id

Copyright © 2021 Putri Septianingsih and Ika Yuni Wulansari. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

High population growth is one of the main population problems facing Indonesia. One of the government's efforts to overcome this is by preventing adolescent fertility. The Adolescence Fertility Rate (AFR) produced by the IDHS is designed until provincial level, whereas the availability of AFR at the district/city level is needed as an indicator of regional development measurement. The purpose of this research is to produce an estimation of AFR at the district/city level in Indonesia and find out which auxiliary variables significantly influence it and evaluate the performance of the model in estimating AFR. The analytical method used is descriptive analysis to explain the characteristics of adolescent fertility and auxiliary variables and also direct estimation and the indirect estimation method using Small Area Estimation Empirical Bayes Poisson Gamma. The results showed that the number of villages, school facilities, health facilities, health workers, telephone lines and operators significantly affected the fertility of adolescents and the results of the SAE EB Poisson Gamma estimation were better than the direct estimation method. Suggestions proposed are the government need to increase attention to districts/cities that have AFR that is higher than the average AFR or National AFR and increase the number of school facilities and the number of health workers.

Keywords: AFR, empirical bayes, poisson gamma, small area estimation

* Received: May 2021; Reviewed: Apr 2023; Published: Dec 2023

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang tinggi merupakan salah satu masalah utama kependudukan yang dihadapi Indonesia. Hal tersebut dapat mengancam bonus demografi Indonesia serta potensi usia produktif. Berdasarkan hasil Survei Penduduk Antar Sensus (SUPAS) 2015, struktur penduduk Indonesia didominasi oleh penduduk usia muda. Jumlah penduduk usia 15-24 tahun sebesar 16,5 persen dari total penduduk Indonesia atau mencapai 42,06 juta jiwa. Berdasarkan jenis kelamin, terdapat sekitar 9,7 juta remaja perempuan berusia 15-19 tahun dari 68,9 juta jiwa penduduk perempuan usia reproduktif (15-49 tahun). Pemerintah berupaya untuk mengatasi laju pertumbuhan penduduk yang tinggi dengan menekan laju pertumbuhan penduduk melalui pengendalian angka kelahiran atau fertilitas. Salah satu upaya kebijakan pembangunan nasional dalam kependudukan dan keluarga adalah mencegah kehamilan usia remaja (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas, 2014).

Remaja merupakan salah satu sasaran upaya pembangunan nasional yang tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015–2019. Laporan Adolescent Pregnancy (2018) oleh World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa setiap tahun, sekitar 21 juta perempuan di dunia hamil dan melahirkan pada usia 15-19 tahun. Kurang lebih 95 persen dari kelahiran tersebut berada di negara berpendapatan menengah ke bawah. Indonesia sebagai salah satu negara ekonomi menengah perlu mendapat perhatian dalam masalah kehamilan dan kelahiran remaja. Tolok ukur permasalahan kehamilan dan kelahiran usia remaja di Indonesia dapat dilihat melalui Angka Kelahiran Menurut Kelompok Umur atau Age Specific Fertility Rate (ASFR) 15-19 tahun. Ditinjau dari hasil SDKI tahun 2017, ASFR 15-19 tahun adalah sebesar 36 per 1000 kelahiran hidup. Berdasarkan RPJMN 2014-2019 yang dilaporkan oleh Bappenas, harapan ASFR ditargetkan sebesar 30 kelahiran per 1000 perempuan usia 15-19 tahun (Bappenas, 2013) sehingga angka 36 ini belum mencapai target.

Permintaan akan data yang berkualitas terus bertambah. Sejak diberlakukannya otonomi daerah, informasi yang lebih detail mengenai keadaan suatu wilayah menjadi sangat penting. Menurut Peraturan Presiden Nomor 86 Tahun 2007 tentang BPS dan UU Nomor 16 tahun 1997 tentang Statistik, BPS merupakan lembaga negara yang memiliki legitimasi untuk mengeluarkan data. Kebanyakan statistik yang dihasilkan dari survei yang dilakukan BPS hanya pada level nasional dan provinsi. Ketidakterediaan statistik pada wilayah kecil seperti kabupaten/kota, kecamatan, atau bahkan desa tersebut disebabkan oleh ukuran sampel yang terlalu kecil sehingga tidak memenuhi syarat kecukupan sampel untuk dilakukan pendugaan langsung sebab area atau domain yang ukuran sampelnya terlalu kecil akan menghasilkan pendugaan langsung yang tidak dapat diandalkan (Lahiri, 2008) dan standard error yang besar (Rao, 2003).

Salah satu survei yang dilakukan BPS adalah Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI). SDKI adalah bagian dari program internasional Demographic and Health Survey (DHS) yang dirancang untuk mengumpulkan data fertilitas, keluarga, dan kesehatan ibu dan anak. Salah satu indikator kesehatan yang dihasilkan dari survei tersebut adalah Angka Fertilitas Remaja (AFR). Penghitungan RSE pada data kelahiran remaja merupakan hal yang penting karena dapat menentukan presisi

model dan kelayakan hasil untuk dipublikasikan. Estimasi pada SDKI tahun 2017 hanya cukup untuk menghasilkan AFR pada tingkat provinsi. Padahal, AFR diperlukan dalam tingkat area yang lebih kecil, minimal pada tingkat kabupaten/kota dikarenakan adanya permintaan kebutuhan data area kecil dan guna menunjang kebijakan daerah yang lebih tepat sasaran. Kebutuhan akan ketersediaan data untuk area kecil dapat diatasi dengan Small Area Estimation (SAE). Saat mengestimasi pada area kecil, terdapat kemungkinan tidak terpenuhinya kecukupan sampel sehingga pendugaan langsung akan menghasilkan presisi yang kurang memadai karena menghasilkan varians atau error yang besar sehingga hasil estimasi tidak representatif dan tidak reliable.

SAE adalah salah satu metode untuk memperoleh informasi area yang lebih kecil saat informasi untuk daerah yang luas diketahui. SAE mengestimasi parameter-parameter subpopulasi yang ukuran sampelnya kecil dengan memanfaatkan data dari domain besar untuk mengestimasi variabel yang menjadi perhatian pada domain yang lebih kecil. SAE yang didasarkan pada penerapan model penarikan sampel (design based) disebut estimasi langsung (direct estimation). Estimasi tidak langsung (indirect estimation) adalah estimasi alternatif untuk meningkatkan keefektifan ukuran sampel dan menurunkan standar error. Estimasi ini bersifat meminjam kekuatan dari pengamatan sampel area yang berdekatan dengan memanfaatkan informasi tambahan yaitu dari sensus dan catatan administratif (Rao, 2003). Pemodelan SAE sangat bergantung terhadap kekuatan variabel penyerta yang bersesuaian terhadap variabel yang diteliti (Rao dan Molina, 2015).

Berdasarkan ketersediaan data variabel penyerta, SAE dapat dibagi menjadi dua yaitu unit level dan area level. Pemodelan SAE yang sering digunakan adalah SAE area level karena variabel penyerta yang biasanya tersedia berada pada area level. Terdapat dua model penghubung yang digunakan untuk menghubungkan area kecil dengan area lainnya yaitu model penghubung implisit dan model penghubung eksplisit. Model penghubung implisit adalah model yang didasarkan pada model penarikan sampel. Ada tiga metode dalam estimasi tidak langsung dengan model penghubung implisit, yaitu sintetik, komposit, dan James-Stain. Sedangkan model penghubung eksplisit adalah model yang memasukkan pengaruh acak (random effect) area kecil untuk mendapatkan keragaman antararea dan terdapat variabel pendukung dalam model tersebut, model ini selanjutnya dikenal sebagai model area kecil (small area model). Estimasi yang diperoleh dari model area kecil tersebut adalah Empirical Best Linear Unbiased Prediction (EBLUP), Empirical Bayes (EB), dan Hierarchical Bayes (HB).

Pada praktiknya, data kelahiran remaja merupakan data cacahan (count) dan variabel responnya merupakan jumlah kelahiran dari ibu remaja tersebut maka pada penelitian ini digunakan metode EB Poisson Gamma. Metode Empirical Bayes adalah salah satu metode pada SAE dengan menggunakan metode Bayes dalam pendugaannya. Salah satu metode EB yang sering digunakan adalah model Poisson Gamma. Model Poisson merupakan peluang baku untuk data cacahan tetapi dalam keadaan overdispersi dimana nilai harapan dan ragamnya tidak sama dapat diatasi dengan mengambil informasi tambahan pada distribusi prior untuk mengatasi kelebihan ragam dari pengamatan. Salah satu distribusi prior yang dapat digunakan adalah distribusi Gamma, sehingga model Poisson yang akan diuji menjadi model

dengan dua tahap yaitu model Poisson Gamma (Rao dan Molina, 2015).

Variabel yang menjadi perhatian untuk penelitian ini adalah jumlah kelahiran remaja. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini diambil berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi fertilitas remaja hasil eksplorasi yang telah dilakukan oleh Khoirunnisa dan Wijaya (2018) yakni usia kawin pertama, daerah tempat tinggal, jenjang pendidikan, status bekerja, status miskin, status penggunaan kontrasepsi, dan akses internet. Kemudian Penelitian oleh Raharja (2014) menyebutkan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi fertilitas remaja adalah daerah tempat tinggal, pendidikan, status bekerja, pemakaian kontrasepsi, tingkat kesejahteraan keluarga. Penelitian Wicaksono dan Mahendra (2016) memberi kesimpulan bahwa faktor individu yang memengaruhi fertilitas adalah umur, lama perkawinan pertama, pendidikan, status bekerja, kematian anak, penggunaan kontrasepsi dan faktor konseptual yaitu klinik KB dan pembangunan ekonomi. Statistik Pemuda 2017 menyebutkan bahwa tempat tinggal, status ekonomi, dan pendidikan merupakan faktor yang memengaruhi fertilitas.

Sofida (2019) mengungkapkan bahwa status perkawinan, klasifikasi tempat tinggal, pendidikan terakhir yang sedang atau pernah diduduki, pengetahuan tentang alat/cara KB, status bekerja, status ekonomi, dan umur memengaruhi kehamilan remaja. Penelitian Gideon (2013) berkesimpulan bahwa faktor yang berhubungan dengan kehamilan usia remaja adalah status perkawinan, umur, region, dan status ekonomi. Hasil penelitian Wang dan Famoye (1997) menunjukkan bahwa variabel yang memengaruhi fertilitas dalam rumah tangga antara lain adalah pendidikan istri, status bekerja istri, pendapatan keluarga dan ras. Hasil Susenas 2017 menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara pemilihan tempat untuk melahirkan dengan status ekonomi rumah tangga.

Selain itu, Falah (2019) dalam penelitiannya mengembangkan tool R package dan GUI untuk metode EB tanpa variabel penyerta dengan kasus data biner. Penelitian Krisna (2005) memperoleh kesimpulan bahwa error dari estimator yang dicari dengan menggunakan metode Empirical Bayes ternyata lebih kecil dibandingkan dengan error yang didapat dari direct survey estimator. Pada penelitian ini digunakan variabel untuk level area yang diadopsi dari variabel atau faktor yang memengaruhi fertilitas remaja oleh penelitian terkait atau penelitian sebelumnya. Variabel tersebut merepresentasikan aspek ekonomi, sosial, pendidikan, dan kesehatan yang datanya diperoleh dari sumber yang tidak mengandung measurement error.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan estimasi AFR pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia dan mengetahui variabel penyerta yang signifikan memengaruhinya serta melakukan evaluasi terhadap kinerja model dalam mengestimasi AFR. Metode analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif untuk menjelaskan karakteristik kelahiran remaja dan variabel penyerta serta metode estimasi langsung dan metode estimasi tidak langsung menggunakan SAE EB Poisson Gamma untuk mengestimasinya tetapi masih terdapat keterbatasan dalam penelitian ini yaitu hanya mengestimasi kabupaten/kota tersampel dari SDKI 2017 serta kabupaten/kota yang memiliki kejadian kelahiran remaja dengan menggunakan EB berbasis model Poisson Gamma.

2. Metodologi

Novick dalam Good (1980) menyatakan bahwa metode Bayes akan sangat sulit digunakan dan kadang sangat sensitif karena membutuhkan penaksiran peluang tertentu yang sulit ditaksir sehingga berkembanglah metode Bayes Empirik atau Empirical Bayes selanjutnya disebut EB dengan mengasumsikan bahwa prior tidak diketahui, selanjutnya data digunakan untuk memperoleh dugaan parameter prior. Metode EB merupakan metode yang cocok digunakan dalam menangani data biner dan data cacahan pada SAE. Metode EB dalam konteks SAE secara ringkas adalah mendapatkan fungsi kepekatan peluang akhir (posterior) dari parameter area kecil yang menjadi perhatian, menduga parameter model dari fungsi kepekatan peluang marjinal, serta menggunakan fungsi kepekatan peluang posterior dugaan untuk membuat inferensi parameter area kecil yang menjadi perhatian.

Metode Bayes merupakan metode penduga parameter peubah acak yang mengasumsikan parameter tersebut sebagai sebuah peubah acak yang mempunyai distribusi awal yang disebut sebagai distribusi prior. Metode Bayes menggabungkan fungsi likelihood dan distribusi prior untuk mendapatkan distribusi posterior. Penduga Bayes diperoleh dari nilai harapan distribusi posterior. Distribusi posterior digunakan untuk menentukan penduga dari parameter yang tidak diketahui. Nilai tengah dari distribusi posterior $(\beta|x_1, x_2, \dots, x_n)$ dinyatakan dengan T , disebut penduga Bayes bagi $\tau(\beta)$.

Misalkan suatu area dapat dibagi kedalam m area kecil yang tidak saling tumpang tindih. Misalkan Y_i adalah banyaknya kasus tertentu yang terjadi pada area ke- i . Biasanya Y_i diasumsikan menyebar menurut sebaran Poisson $(e_i\theta_i)$ dimana e_i adalah nilai harapan banyaknya kasus tertentu terjadi di suatu area yang dihitung dari $e_i = n_i \left(\frac{\sum_{i=1}^m Y_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \right)$, e_i diasumsikan bukan merupakan peubah acak dan dapat dipandang sebagai banyaknya objek yang berisiko mendapatkan atau mengalami kasus tertentu tersebut. θ_i adalah parameter yang menyatakan risiko relatif kejadian kasus tertentu tersebut terjadi di area ke- i .

2.1 Risiko relatif dengan *direct estimation*

Penduga langsung diperoleh dengan memaksimumkan fungsi kemungkinan (likelihood). Diperoleh penduga langsung untuk risiko relatif θ_i adalah

$$\hat{\theta}_i = \frac{Y_i}{e_i}. \quad (1)$$

2.2 Risiko relatif dengan *Empirical Bayes*

Y_i adalah banyaknya pengamatan suatu kasus pada area ke- i ($i = 1, 2, \dots, m$) yang belum diketahui, e_i adalah nilai harapan banyaknya suatu kasus pada area ke- i , θ_i adalah risiko relatif area ke- i yang tidak diketahui dan m menyatakan jumlah area, sedangkan v dan α adalah parameter prior yang belum diketahui.

Pada tahap pertama diasumsikan bahwa $Y_i \sim (e_i\theta_i); i = 1, 2, \dots$ dengan fungsi kepekatan peluang:

$$f(y_i|\theta_i) = \frac{\exp(-e_i\theta_i)(e_i\theta_i)^{y_i}}{y_i!}; y_i = 1, 2, \dots$$

Selanjutnya diasumsikan bahwa parameter v_i menggunakan sebaran *Gamma*, $\theta_i \sim \text{Gamma}(v, \alpha); i = 1, 2, \dots, m$ dengan fungsi kepekatan peluang:

$$\pi(\theta_i) = \frac{\alpha^v}{\Gamma(v)} \theta_i^{v-1} \exp(-\alpha\theta_i); \theta_i \geq 0$$

Fungsi kepekatan peluang bersama dari

$$f(y_i|\theta_i) = f(y_i|\theta) \pi(\theta_i)$$

$$= \frac{\exp(-e_i\theta_i)(e_i\theta_i)^{y_i}}{y_i!} \frac{\alpha^v}{\Gamma(v)} \theta_i^{v-1} \exp(-\alpha\theta_i); y_i=1,2, \dots; f(y_i|\theta_i) \geq 0 \quad (2)$$

Selanjutnya fungsi kepekatan peluang marginal untuk Y_i adalah:

$$m(y_i) = \frac{\alpha^v e_i^{y_i}}{y_i! \Gamma(v)} \left(\frac{1}{e_i + \alpha}\right)^{y_i+v} \Gamma(y_i + v)$$

Dengan menggunakan sifat fungsi *Gamma*, maka fungsi kepekatan peluang marginal dari Y_i dapat ditulis:

$$m(y_i) = \binom{y_i + v - 1}{v - 1} \left(\frac{\alpha}{e_i + \alpha}\right)^v \left(1 - \frac{\alpha}{e_i + \alpha}\right)^{y_i}, y_i = 0,1,2, \dots \quad (3)$$

Dapat dilihat bahwa fungsi marginal (y_i) merupakan fungsi sebaran binomial negatif dengan rata-rata dan ragam sebagai berikut:

$$E(Y_i) = \frac{ve_i}{\alpha} \quad (4)$$

dan

$$Var(Y_i) = \frac{ve_i^2}{\alpha^2} + \frac{ve_i}{\alpha} \quad (5)$$

Salah satu cara untuk mendapatkan sebaran prior adalah dengan konjugate. Suatu sebaran prior dikatakan konjugate bila menghasilkan posterior yang sama dengan dirinya. Semua sebaran yang tergolong dalam kelompok eksponensial mempunyai prior konjugate, di antaranya adalah kemungkinan *Poisson* mempunyai prior konjugate sebaran *Gamma*. Berdasarkan teorema *Bayes* maka fungsi posterior adalah:

$$\begin{aligned} \pi(\theta_i|y_i, \alpha, v) &= \frac{f(y_i, \theta_i)}{m(y_i)} \\ &= \frac{\frac{\exp(-e_i\theta_i)(e_i\theta_i)^{y_i}}{y_i!} \frac{\alpha^v}{\Gamma(v)} \theta_i^{v-1} \exp(-\alpha\theta_i)}{\frac{\alpha^v e_i^{y_i}}{y_i! \Gamma(v)} \left(\frac{1}{e_i + \alpha}\right)^{y_i+v} \Gamma(y_i + v)} \\ &= \frac{\exp(-e_i\theta_i) \exp(-\alpha\theta_i) \theta_i^{y_i} \theta_i^{v-1}}{\Gamma(y_i + v) \left(\frac{1}{e_i + \alpha}\right)^{y_i+v}} \\ &= \frac{(e_i + \alpha)^{y_i+v} \theta_i^{y_i+v-1} \exp(-\theta_i(e_i + \alpha))}{\Gamma(y_i + v)} \end{aligned} \quad (6)$$

sehingga $\theta_i|y_i, \alpha, v \sim \text{Gamma}(y_i+v, e_i+\alpha)$.

Untuk mendapatkan penduga mean *Bayes* bagi θ_i dan ragam posterior bagi θ_i , maka dapat dicari menggunakan fungsi dari posterior di atas. Diperoleh penduga nilai harapan posterior dan ragam posterior bagi θ_i yaitu:

$$\hat{\theta}_i^B = E(\theta_i^2|y_i, \alpha, v) = \frac{(y_i+v)}{(e_i+\alpha)} \quad (7)$$

dan

$$Var^B(\theta_i^2|y_i, \alpha, v) = \frac{(y_i + v)}{(e_i + \alpha)^2} \quad (8)$$

Penduga momen sederhana untuk memperoleh dugaan parameter prior dengan menyamakan rata-rata contoh terboboti menurut Marshall (1991) dalam Kismantini (2007):

$$\widehat{\theta}_e = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \left(\frac{e_l}{e} \right) \widehat{\theta}_l \quad (9)$$

dan ragam contoh terboboti

$$s_e^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{e_i}{e} \right) (\widehat{\theta}_i - \widehat{\theta}_e)^2 \quad (10)$$

dengan nilai harapan masing-masing dan kemudian diselesaikan persamaan momen untuk α dan v , dimana $e = \sum_{i=1}^m \left(\frac{e_i}{m} \right)$ dan $e_i = n_i \left(\frac{\sum_{i=1}^m y_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \right)$.

Penduga momen $\hat{\alpha}$ dan \hat{v} , diberikan sebagai berikut:

$$\frac{\hat{v}}{\hat{\alpha}} = \widehat{\theta}_e$$

dan

$$\frac{\hat{v}}{\hat{\alpha}^2} = s_e^2 - \frac{\widehat{\theta}_e}{e}$$

Sehingga rumus dugaan parameter $\hat{\alpha}$ dan \hat{v} dapat ditulis sebagai berikut:

$$\hat{\alpha} = \frac{\widehat{\theta}_e}{s_e^2 - \frac{\widehat{\theta}_e}{e}} \quad (11)$$

dan

$$\hat{v} = \frac{\widehat{\theta}_e^2}{s_e^2 - \frac{\widehat{\theta}_e}{e}} \quad (12)$$

Dengan mesubstitusikan penduga momen $\hat{\alpha}$ dan \hat{v} diperoleh penduga *Empirical Bayes* bagi θ_i adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \widehat{\theta}_i^{EB} = \widehat{\theta}_i^B(\hat{\alpha}, \hat{v}) &= \frac{(y_i + \hat{v})}{(e_i + \hat{\alpha})} \\ &= \frac{y_i}{(e_i + \hat{\alpha})} + \frac{\hat{v}}{(e_i + \hat{\alpha})} \\ &= \frac{y_i}{(e_i + \hat{\alpha})} \frac{e_i}{e_i} + \frac{\hat{v}}{(e_i + \hat{\alpha})} \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\alpha}} \\ &= \frac{e_i}{(e_i + \hat{\alpha})} \frac{y_i}{e_i} + \frac{\hat{\alpha}}{(e_i + \hat{\alpha})} \frac{\hat{v}}{\hat{\alpha}} \\ &= \widehat{\gamma}_i \widehat{\theta}_i + (1 - \widehat{\gamma}_i) \widehat{\theta}_e \end{aligned} \quad (13)$$

dengan $\widehat{\gamma}_i = \frac{e_i}{e_i + \hat{\alpha}}$, $\widehat{\theta}_i$ sebagai penduga langsung dari θ_i , y_i menyatakan banyaknya pengamatan, e_i menyatakan nilai harapan banyaknya suatu kasus, dan $\widehat{\theta}_e$ menyatakan penduga sintetik.

Penduga yang baik adalah yang memiliki nilai *standar error* yang kecil berikut formula dari *standar error*.

$$SE(\widehat{\theta}_i) = \frac{SD(\widehat{\theta}_i)}{\sqrt{n}} \quad (14)$$

Angka Fertilitas Remaja adalah sebuah angka yang menunjukkan tingkat kelahiran pada wanita usia remaja yaitu 15-19 tahun. AFR dihitung melalui ASFR usia 15-19 tahun yang dihasilkan melalui SDKI oleh BPS yang bekerja sama dengan BKKBN dan Kementerian Kesehatan. Interpretasi dari hasil yang didapatkan adalah banyaknya kelahiran per 1.000 perempuan pada kelompok usia 15-19 tahun.

$$ASFR_{15-19} = \frac{B_{15-19}}{P_{15-19}} \times k \quad (15)$$

Penelitian ini mengkaji penerapan metode EB *Poisson Gamma* pada data Angka Fertilitas Remaja untuk mengestimasi pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia. Dengan digunakannya metode EB *Poisson Gamma* dapat menangani pengestimasi pada data cacahan untuk kejadian kelahiran remaja pada setiap kabupaten/kota di Indonesia. Data Angka Fertilitas Remaja yang digunakan merupakan data *cross section* berupa 237 kabupaten/kota di Indonesia pada tahun 2017. Metode analisis yang digunakan adalah metode estimasi langsung dan *Small Area Estimation* dengan model EB *Poisson Gamma*. Dalam penelitian ini juga akan dibandingkan presisi setiap metode dengan menggunakan RSE sebagai ukurannya.

Berikut adalah rincian data yang digunakan:

- 1) Jumlah perempuan usia 15-19 tahun dan jumlah kelahiran dari perempuan usia 15-19 tahun sebagai variabel respon. Data tersebut hasil estimasi langsung *raw data* SDKI tahun 2017.
- 2) Data variabel penyerta yang terdiri dari jumlah desa, jumlah SD, jumlah SMP, jumlah SMA, jumlah perguruan tinggi, jumlah fasilitas sekolah, jumlah rumah sakit, jumlah poliklinik, jumlah PKM, jumlah polindes, jumlah apotek, jumlah fasilitas kesehatan, jumlah dokter, jumlah bidan, jumlah tenaga kesehatan, jumlah SKTM, jumlah telepon kabel, jumlah desa *handphone*, jumlah desa warnet, jumlah operator, jumlah KUD, jumlah toko pasar, dan jumlah *bank* serta proporsi, persentase maupun rasio dari masing-masing variabel. Keseluruhan data variabel penyerta tersebut diperoleh dari PODES 2018.

Berikut tahapan dalam mengestimasi data:

- 1) Tahapan Persiapan Data
 - a. Tahapan persiapan untuk pendugaan langsung dilakukan dengan menyeleksi (*select*) kategori umur wanita 15-19 dan melakukan penghitungan AFR tingkat kabupaten/kota.
 - b. Tahapan persiapan untuk variabel penyerta dilakukan dengan mengagregasikan sampai level kabupaten/kota.

Untuk Pengolahan SAE EB *Poisson Gamma* pada penelitian ini menggunakan aplikasi *open source* RStudio dan *R package* "saeeb" yang dikembangkan oleh Fauziah & Wulansari (2020)
- 2) Tahapan Estimasi Langsung
 - a. Mengestimasi AFR di mana penimbang yang digunakan berasal dari SDKI tahun 2017.
 - b. Menghitung SE dan RSE pada estimasi langsung yang dihasilkan.
- 3) Tahap Estimasi dengan *Empirical Bayes Poisson Gamma*
 - a. Pada tahap estimasi tidak langsung, peneliti mengestimasi tidak langsung kejadian kelahiran dari ibu remaja, sehingga data yang didapatkan adalah data cacahan (kemudian setelah estimasi kejadian kelahiran remaja didapatkan kemudian diolah menggunakan formula yang sudah dibuat untuk mendapatkan AFRnya). Langkah pertama yang dilakukan dalam melakukan estimasi tidak langsung adalah menyiapkan hasil estimasi langsung dan juga kandidat variabel yang akan digunakan.
 - b. Melakukan *selection variables* dengan metode *stepwise elimination*.
 - c. Melakukan estimasi tidak langsung terhadap risiko relatif kejadian kelahiran remaja dan AFR serta menghitung RSEnya.
 - d. Melakukan estimasi sintetik AFR untuk *zero case* dan *zero sample* dengan metode EB *Poisson Gamma*.
 - e. Membandingkan RSE hasil estimasi langsung dan estimasi tidak langsung.

3. Hasil dan Pembahasan

Indonesia memiliki 34 provinsi dan 514 kabupaten/kota (416 kabupaten dan 98 kota). Pada kenyataannya, dari 514 kabupaten/kota terdapat kabupaten/kota yang zero sample ataupun zero cases (tidak ada kejadian kelahiran remaja). Terdapat 9,73 persen kabupaten/kota zero sample atau sebanyak 50 kabupaten/kota yang terdiri dari 42 kabupaten dan 8 kota. Provinsi Papua menjadi provinsi dengan persentase zero sample kabupaten/kota terbesar yaitu sebesar 55,17 persen, disusul oleh Provinsi Sulawesi Utara sebesar 33,33 persen. Kemudian, setelah mengeluarkan kabupaten/kota yang zero sample, jumlah kabupaten/kota yang tersisa adalah 464 kabupaten/kota. Seperti telah disebutkan dalam keterbatasan penelitian, analisis dalam penelitian ini mengeluarkan zero cases yaitu sebanyak 227 kabupaten/kota (48,92 persen) dengan rincian 183 kabupaten dan 44 kota yang tidak memiliki kejadian kelahiran remaja. Provinsi dengan kabupaten/kota yang memiliki zero cases terbanyak di Indonesia adalah Provinsi Sulawesi Utara sebesar 70 persen dengan rincian 71.43 persen zero cases kabupaten dan 66.67 persen zero cases kota. Pada akhirnya, penelitian ini akan mengestimasi sebanyak 237 kabupaten/kota di Indonesia yang tersampel dalam SDKI 2017 dan memiliki kejadian kelahiran remaja.

3.1 Estimasi Langsung

Estimasi langsung pada penelitian ini diawali dengan mengeksplorasi data Wanita Usia Subur (WUS) SDKI 2017. WUS yang notabene berisikan 49.627 sampel wanita usia 15-49 tahun selanjutnya difilter menjadi 7.936 sampel wanita usia 15-19 tahun sesuai dengan konsep dan definisi remaja pada penelitian ini. dari 7.936 sampel didapatkan rangkuman kejadian kelahiran remaja sebagai berikut:

Tabel 1: Frekuensi jumlah kelahiran remaja di Indonesia tahun 2017

Jumlah Kelahiran	Frekuensi	Persentase (%)
0	7.518	94,73
1	392	4,94
2	25	0,32
3	1	0,01
Total	7.936	100

Sumber: SDKI (2017), diolah.

Terlihat dari tabel diatas bahwasannya jumlah kelahiran remaja sama dengan nol mendominasi dalam sampel yaitu sebesar 94,73 persen. Peneliti menguji asumsi *equidispersi* dan didapatkan bahwa *p-value* bernilai 0 yang artinya data mengalami *overdispersi*. Penelitian ini tidak memiliki fokus untuk menangani peristiwa *overdispersi*, sehingga dalam analisis selanjutnya, telah diputuskan untuk mengeliminasi kabupaten/kota yang *zero cases* pada kejadian kelahiran remaja. Berikut disajikan hasil uji asumsi distribusi pada data jumlah kelahiran remaja per kabupaten/kota setelah *zero cases* dieliminasi dari observasi penelitian.

Tabel 2: Uji distribusi data jumlah kelahiran remaja di Indonesia tahun 2017 setelah zero cases dieliminasi

Jumlah Kelahiran Remaja	
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,9811

Sumber: SDKI (2017), diolah.

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* yaitu 0,9811 yang lebih besar dari 0,05. Dapat disimpulkan bahwa data jumlah kelahiran remaja di Indonesia mengikuti distribusi *Poisson*. Untuk *overdispersi test* didapatkan *p-value* bernilai 0,91586 yang artinya data sudah tidak mengalami *overdispersi*. Berikut disajikan tabel statistika deskriptif hasil estimasi langsung.

Tabel 3: Statistik deskriptif estimasi langsung jumlah kelahiran remaja dan AFR

Statistik	Nilai	
	Jumlah Kelahiran Remaja	Angka Fertilitas Remaja
n	237 kabupaten/kota	237 kabupaten/kota
Rata-rata	1	123,50
Standar Deviasi	10.07	111,04
Minimum	0	13
Median	1	92
Maksimum	12	1000

Sumber: SDKI (2017), diolah.

3.2 Estimasi Tidak Langsung

3.2.1. Pemodelan EB Poisson Gamma

Terdapat 23 kandidat variabel penyerta. Semua kandidat variabel penyerta digunakan untuk membentuk model EB Poisson Gamma. Setelah dilakukan pemilihan model terbaik dengan metode stepwise selection pada aplikasi RStudio didapatkan model dengan variabel penyerta jumlah desa, jumlah fasilitas sekolah, jumlah fasilitas kesehatan, jumlah tenaga kesehatan, jumlah telepon kabel dan jumlah operator.

3.2.2. Pengecekan Multikolinearitas Variabel Penyerta

Tabel 4: Nilai VIF kandidat variabel penyerta

Nama Variabel	VIF
Jumlah Desa	3,293
Jumlah Fasilitas Sekolah	4,648
Jumlah Fasilitas Kesehatan	9,837
Jumlah Tenaga Kesehatan	4,860
Jumlah Telepon Kabel	6,076
Jumlah Operator	1,193

Sumber: SDKI (2017) dan PODES (2018), diolah.

Berdasarkan Tabel 5. diperoleh bahwa nilai VIF dari semua variabel penyerta pada model terpilih di bawah 10. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat gejala multikolinearitas antar variabel.

3.2.3. Estimasi Risiko Relatif Kelahiran Remaja

Dilakukan estimasi sintetik untuk wilayah zero sampel dan zero cases dengan memanfaatkan variabel penyerta dan estimasi koefisien regresi yang sudah didapatkan sebelumnya. Tabel dibawah ini menunjukkan ringkasan statistik deskriptif estimasi langsung dan tidak langsung untuk risiko relatif kelahiran remaja.

Tabel 5: Statistik deskriptif estimasi langsung dan tidak langsung RR kelahiran remaja

Statistik	Estimasi Langsung	EB <i>Poisson Gamma</i>
n	237 kabupaten/kota	237 kabupaten/kota
Rata-rata	1,4557	1,1097
Standar deviasi	1,3669	0,4460
Minimum	0	0
Median	1	1
Maksimum	12	2
Range	12	2

Sumber: SDKI (2017), diolah.

Pada tabel diatas terlihat bahwa angka rata-rata risiko relatif kejadian kelahiran dengan menggunakan metode EB *Poisson Gamma* sedikit lebih rendah dibandingkan dengan metode estimasi langsung. Risiko relatif dengan metode langsung adalah 1,4557 sedangkan dengan menggunakan metode EB *Poisson Gamma* adalah 1,1097. Standar deviasi dari metode estimasi langsung juga terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan metode tidak langsung EB *Poisson Gamma* yaitu 0,4460 sedangkan metode langsung adalah 1,3669. Rentang EB *Poisson Gamma* terlihat lebih kecil dibandingkan dengan range metode estimasi langsung yaitu 2 dibandingkan 12. Nilai maksimum untuk estimasi langsung adalah 12 yang berada di Kabupaten Kepulauan Selayar Provinsi Sulawesi Selatan sedangkan nilai maksimum untuk estimasi tidak langsung adalah 2 kejadian kelahiran remaja yang tersebar di 38 kabupaten/kota.

3.2.4. Estimasi Angka Fertilitas Remaja

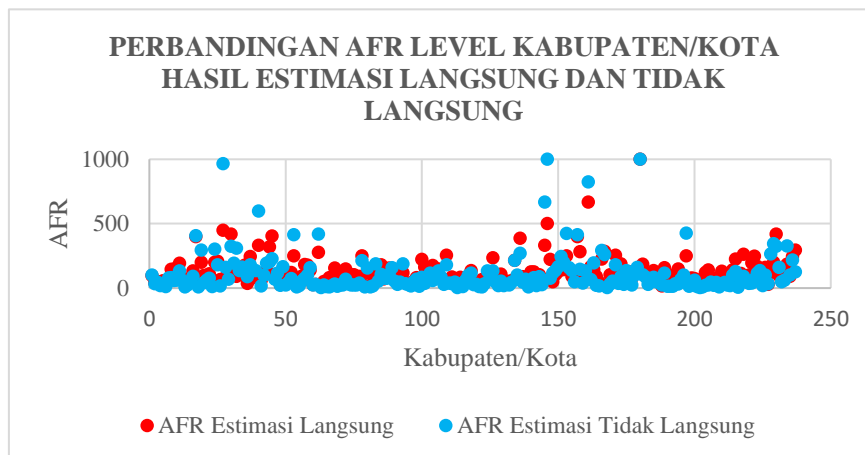
Tabel 6: Statistik deskriptif estimasi langsung dan tidak langsung AFR

Statistik	Estimasi Langsung	EB <i>Poisson Gamma</i>
n	237 kabupaten/kota	237 kabupaten/kota
Rata-rata	123,50	114,05
Standar deviasi	111,04	150,71
Minimum	13	3
Median	92	60
Maksimum	1000	1000
Range	908	997

Sumber: SDKI (2017), diolah.

Pada tabel diatas terlihat bahwa angka rata-rata AFR dengan menggunakan metode EB *Poisson Gamma* sedikit lebih rendah dibandingkan dengan metode estimasi langsung. AFR dengan metode langsung adalah 123,50 sedangkan dengan menggunakan metode EB *Poisson Gamma* adalah 114,5. Standar deviasi dari metode

estimasi langsung terlihat lebih rendah dibandingkan dengan metode tidak langsung EB *Poisson Gamma* yaitu 150,71 sedangkan metode langsung adalah 114,04. Rentang EB *Poisson Gamma* terlihat lebih besar dibandingkan dengan range metode estimasi langsung yaitu 997 dibandingkan 908. Nilai maksimum untuk estimasi langsung dan tidak langsung adalah 1000 kelahiran remaja per 1000 penduduk wanita berusia 15-19 tahun, sedangkan untuk nilai minimumnya, estimasi tidak langsung memiliki nilai minimum yang lebih kecil yaitu 3 yang berada di Kota Batam. Grafik berikut menunjukkan *plotting* AFR dari estimasi langsung dan tidak langsung.



Sumber: SDKI (2017) dan PODES (2018), diolah.

Gambar 1: AFR hasil estimasi langsung dan tidak langsung per kabupaten/kota di Indonesia tahun 2017

3.2.5. Estimasi Koefisien Regresi

Tabel 7: Estimasi koefisien regresi level kabupaten/kota

	Estimate	SE	Z	LCL	UCL
Intercept	0,035804	0,16984	0,2108	-0,2971	0,3687
Jumlah Desa	0,001743	0,00122	1,4260	-0,0006	0,0041
Jumlah Fasilitas Sekolah	-0,000094	0,00034	-0,276	-0,0007	0,0006
Jumlah Fasilitas Kesehatan	0,000205	0,00051	0,4037	-0,0008	0,0012
Jumlah Tenaga Kesehatan	-0,000265	0,00048	-0,5533	-0,0012	0,0006
Jumlah Telepon Kabel	0,000008	0,00000	-1,7373	-0,0000	0,0000
Jumlah Operator	0,000386	0,00054	-0,7136	-0,0014	0,0007
Alpha	0,789763				

Sumber: SDKI (2017) dan PODES (2018), diolah.

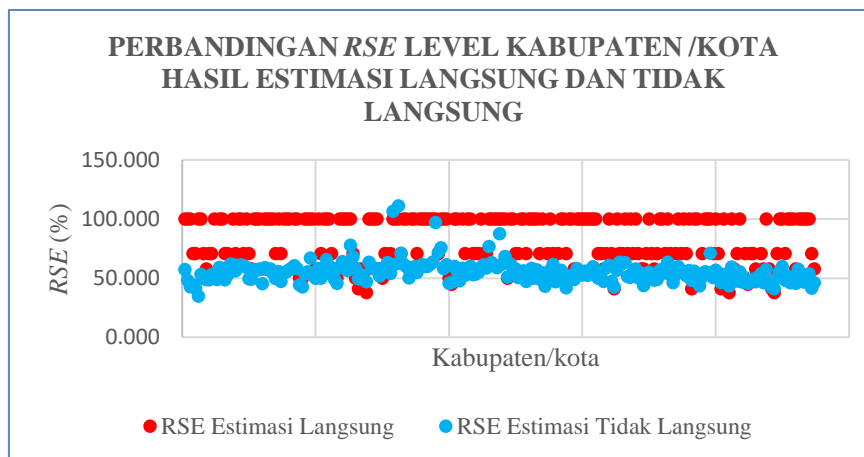
Dari tabel diatas didapatkan model:

$$\ln\left(\frac{\hat{y}_i}{e_i}\right) = 0,035804 + 0,001743X_1 - 0,000094X_6 + 0,000205X_{12} + 0,000265X_{15} + 0,000008X_{17} + 0,000386X_{20}$$

dimana $i = 1,2,\dots,277$, $j = 1,2,\dots,n_i$, dimana n_i adalah jumlah sampel di kabupaten/kota ke- i . Pada model tersebut diketahui setiap penambahan 1 desa

akan menaikkan rata-rata risiko kelahiran remaja sebesar $\exp(0,001743)$ atau 1,0017 jika variabel penyerta lain dianggap konstan, penambahan 1 fasilitas kesehatan akan menaikkan rata-rata risiko kelahiran remaja sebesar $\exp(0,000205)$ atau 1 jika variabel lain dianggap konstan, penambahan 1 telepon kabel akan menaikkan rata-rata risiko kelahiran remaja sebesar $\exp(0,000008)$ atau 1 jika variabel lain dianggap konstan, dan penambahan 1 operator akan menaikkan rata-rata risiko kelahiran remaja sebesar $\exp(0,000386)$ atau 1 jika variabel lain dianggap konstan. Sedangkan untuk setiap penambahan 1 fasilitas sekolah akan menurunkan sebesar $\exp(-0,000094)$ atau 1 jika variabel lain dianggap konstan serta untuk setiap penambahan 1 tenaga kesehatan akan menurunkan sebesar $\exp(-0,000265)$ atau 1 jika variabel lain dianggap konstan.

3.3 Perbandingan Relative Standard Error (RSE)



Sumber: SDKI (2017) dan PODES (2018), diolah.

Gambar 2: *RSE* estimasi langsung dan tidak langsung risiko relatif jumlah kelahiran remaja per kabupaten/kota di Indonesia tahun 2017

Gambar 2 di atas menunjukkan pola *RSE* dari metode langsung dan tidak langsung. Dapat dilihat bahwa secara umum *RSE* metode tidak langsung lebih kecil dari *RSE* metode langsung. Rata-rata *RSE* dengan metode langsung adalah 82,336 persen sedangkan dengan metode tidak langsung adalah 55,067 persen. kemudian dilihat dari *range* *RSE* berdasarkan Tabel 14 di bawah ini tentang statistik deskriptif *RSE*, metode tidak langsung memiliki *range* yang lebih besar yaitu 76,368 persen dibandingkan dengan metode estimasi langsung yaitu 62,204 persen.

Tabel 8: Statistik deskriptif *RSE* estimasi langsung dan tidak langsung (dalam %)

Statistik	Estimasi Langsung	<i>EB Poisson Gamma</i>
n	237 kabupaten/kota	237 kabupaten/kota
Rata-rata	82,336	55,067
Standar deviasi	20,138	9,009
Minimum	37,796	34,685
Median	100	54,706
Maksimum	100	111,053
Range	62,204	76,368

Sumber: SDKI (2017) dan PODES (2018), diolah.

3.4 Nilai Gamma (γ)

Dari model yang terbentuk didapatkan rata-rata nilai Gamma sebesar 0,3844. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai estimasi lebih dipengaruhi oleh estimasi sintetik serta SAE dapat memperbaiki model dan tepat digunakan.

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa dengan penerapan SAE EB Poisson Gamma, faktor yang memengaruhi AFR adalah jumlah desa, fasilitas sekolah, fasilitas kesehatan, tenaga kesehatan, telepon kabel dan jumlah operator. Jumlah fasilitas sekolah dan tenaga kesehatan berpengaruh negatif terhadap risiko relatif kejadian kelahiran remaja, yang artinya semakin bertambahnya fasilitas sekolah dan tenaga kesehatan akan menurunkan nilai risiko relatif kejadian kelahiran remaja tersebut. Sebaliknya, jumlah desa, fasilitas kesehatan, telepon kabel dan operator berpengaruh positif terhadap risiko relatif kejadian kelahiran remaja, yang artinya semakin bertambahnya jumlah desa, fasilitas kesehatan, telepon kabel dan operator maka nilai risiko relatif kejadian kelahiran remaja juga akan semakin tinggi. Model untuk estimasi sintetik yang didapatkan berupa model logaritma natural, sehingga interpretasi dari setiap koefisien mengikuti interpretasi model logaritma natural. Didapatkan hasil bahwa rata-rata estimasi langsung untuk risiko relatif kelahiran remaja lebih tinggi sedikit dari estimasi tidak langsung menggunakan SAE EB Poisson Gamma.

Estimasi tidak langsung SAE EB Poisson Gamma pada level kabupaten/kota di Indonesia lebih baik dibandingkan dengan metode estimasi langsung. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai rata-rata RSE yang mengalami penurunan jika menggunakan metode estimasi tidak langsung. Selain menggunakan RSE penelitian ini juga menghasilkan temuan bahwa dengan variabel penyerta yang digunakan dapat menghasilkan γ yang lebih kecil dari 0,5 yang berarti penimbang lebih melekat pada sintetik yang menunjukkan keefektifan metode SAE. Peneliti memiliki beberapa saran berdasarkan beberapa kesimpulan dari penelitian ini, yaitu pemerintah harus lebih fokus pada kabupaten/kota yang memiliki AFR yang lebih tinggi dari AFR rata-rata atau AFR Nasional dan meningkatkan jumlah fasilitas sekolah dan jumlah tenaga kesehatan sesuai dengan hasil penelitian yang menyebutkan bahwa kedua faktor tersebut dapat menekan AFR di level kabupaten/kota di Indonesia. Dengan meningkatnya fasilitas sekolah, pendidikan di kabupaten/kota juga cenderung lebih meningkat karena tersedianya sarana untuk mendapatkan pendidikan yang lebih baik, begitu pula dengan meningkatnya tenaga kesehatan di kabupaten/kota diharapkan program-program preventif untuk mencegah kelahiran remaja dapat dipromosikan secara lebih luas sehingga angka kelahiran remaja menurun karena sebagaimana diketahui bahwa fertilitas remaja sebenarnya adalah kejadian yang cukup membahayakan baik untuk ibu maupun untuk bayi. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dapat menerapkan metode SAE yang dapat mengakomodasi keterbatasan penelitian ini yaitu overdispersi tanpa harus mengeliminasi penyebab overdispersi. Penelitian selanjutnya juga bisa menggunakan SAE Clustering untuk mengestimasi AFR kabupaten/kota zero sample. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menambah variable penyerta lainnya yang diduga berpengaruh terhadap

kematian bayi yang belum tercantum di penelitian ini seperti PDRB atau pertumbuhan ekonomi suatu level (lokus) yang akan diteliti.

Daftar Pustaka

- Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional. (2015). Rencana Strategis Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional Tahun 2015-2019. Diakses melalui https://www.bkkbn.go.id/po-content/uploads/RENSTRA_BKKBN%25202015-2019.pdf pada tanggal 11 September 2019.
- Badan Pusat Statistik. (2018a). Potensi Desa 2017. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- Badan Pusat Statistik. (2018b). Statistik Indonesia Pemuda. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- Badan Pusat Statistik. (2018c). Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia 2017. Jakarta, Indonesia: BPS.
- Bain, L. J. and Engelhardt, M. (1992). Introduction to Probability and Mathematical Statistic Second Edition. Duxbuy Press: California.
- Dewi, Sofida Kusuma, et al. (2019). Kejadian Kehamilan Remaja Usia 15-19 Tahun di Indonesia Tahun 2017 : Aplikasi Regresi Zero Inflated Poisson [Skripsi]. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Falah, Aldian Samarul, et al. (2019). Aplikasi Small Area Estimation Model Binomial Dengan Variabel Penyerta (studi Kasus: Data Kemiskinan Provinsi Jawa Tengah [Skripsi]. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Ferra Y. (2015). The Use of Uniformative and Informative Prior Distribution in Bayesian SEM. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 11(5): 3259-3256.
- Ghosh M, Rao JNK. (1994). Small area estimation: an appraisal. *Statistical Science* 9:55-76.
- Gideon, Rutaremwa. (2013). Factor Associated with Adolescent Pregnancy and Fertility in Uganda: Analysis Of the 2011 Demographic and Health Survey Data. *Jurnal Social Science* 2 (1) : 7-13.
- Gill J. (2002). *Bayesian Methods: A Social and Behavioral Science Approach*. Boca Raton: Chapman & Hall.
- Gonzales, M.E. (1973). Use and Evaluation of Synthetic Estimates. *Proceedings of The American Statistical Association, Social Statistics Section*, 33-36.
- Good I. (1980). Some history of the hierarchical Bayesian methodology. In *Bayesian Statistics: Proceedings of the First International Meeting held in Valencia*, 489-504. University of Valencia (Spain).
- Hakim, Muhammad Alfiyan, et al. (2019). Penerapan Model Fay-herriot Pada Estimasi Pravalensi Stunting Level Kecamatan Di Nusa Tenggara Barat Tahun 2017 [Skripsi]. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.

- Harahap, Ahmad Ridwan, et al. (2019). Penerapan Small Area Estimation dengan Model Zero Inflated Poisson Pada Data Kematian Bayi Di Banten Periode 2013-2017 [Skripsi]. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Kismiantini. (2007). Penduga Statistik Area Kecil Berbasis Poisson-Gamma. Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Marshall R.J. (1991). Mapping disease and mortality rate using empirical Bayes estimators. *Applied Statistics* 40:283-294.
- Peraturan Presiden Nomor 86 Tahun 2007 Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Pringle DG. (1995). Disease mapping: A comparative analysis of maximum likelihood and empirical Bayes estimates of disease risk. Diakses melalui <http://www.nuim.ie/staff/dpringle/ebe.pdf> pada tanggal 5 Februari 2020.
- Putri, NCE. (2016). Metode Bayes Empirik untuk Memodelkan Data Cacahan Dengan Peubah Penyerta pada Pendugaan Area Kecil. *Jurnal Matematika Unand*.
- Raharja, M. B. (2014). Fertilitas remaja di Indonesia. *Kesmas: National Public Health Journal* 9, no. 1 (2014): 6-13.
- Rao (2003). *Small Area Estimation*. United States of Amerika: John Wiley & Sons.
- Rao and Molina (2015). *Small Area Estimation*. Canada: John Wiley & Sons
- Rizki Ananda Fauziah and Ika Yuni Wulansari (2020). saeeb: Small Area Estimation for Count Data. R package version 0.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=saebe>
- Undang-Undang Nomor 16 tahun 1997 Statistik. Jakarta.
- Wakefield J. (2006). Disease Mapping and Spatial Regression with Count Data. *Biostatistics*,8,2:158-183.
- Wicaksono, F., & Mahendra, D. (2016). Determinan Fertilitas: Suatu Pendekatan Multilevel. *Jurnal Ilmiah WIDYA* 1(1).
- Wijaya, Siti Haiyinah, et al. (2018). Analisis Determinan Kejadian Fertilitas Remaja di Indonesia Tahun 2017 Menggunakan Model Regresi Logistik Biner [Skripsi]. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- World Health Organization. (2018). Adolescent Pregnancy: adolescence is a time of opportunity during which range of actions can be taken to set the stage for healthy adulthood: fact sheet (No. WHO/RHR/14.08). World Health Organization.