

**SMALL AREA ESTIMATION WITH EXCESS ZERO
(STUDI KASUS: ANGKA KEMATIAN BAYI DI PULAU JAWA)**

Nofita Istiana¹

¹Politeknik Statistika STIS
e-mail: ¹nofita@stis.ac.id

Abstrak

Angka Kematian Bayi (AKB) merupakan indikator yang penting karena dapat digunakan untuk membandingkan status kesehatan antar penduduk. Pendugaan AKB berdasarkan Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) hanya berskala nasional atau provinsi namun dengan adanya sistem desentralisasi diperlukan prediksi untuk area yang lebih kecil seperti kabupaten/kota. *Small Area Estimation* (SAE) dapat digunakan untuk menduga AKB di tingkat kabupaten/kota, yaitu dengan menggunakan *generalized linear mixed model*. AKB merupakan data cacahan dengan peluang sangat kecil, sehingga diasumsikan mengikuti sebaran Poisson. Model Poisson memiliki asumsi rataan sama dengan ragam, tetapi asumsi ini sering terlanggar. Salah satu penyebabnya yaitu proporsi nilai nol yang sangat besar pada data (*excess zero*). Penelitian ini menggunakan *Zero Inflated Poisson (ZIP) mixed model* sebagai alternatif dari *Poisson mixed model*. Hasil perbandingan RMSE, *ZIP mixed model* jauh lebih baik dibandingkan *Poisson mixed model* serta dapat memperbaiki hasil dugaan langsung AKB.

Kata kunci: SAE, AKB, *excess zero*, *count data*, *ZIP mixed model*

Abstract

Infant Mortality Rate (IMR) is an important indicator because it can be used to compare health status between populations. IMR is obtained from Demographic and Health Survey (DHS) where the level of estimation is designed for national and provincial level. The decentralization system makes the importance of IMR for sub-domain of province such as district/municipality level. Small area estimation (SAE) can be used for estimating IMR in district/municipality level by using a mixed model. IMR is count data with small probability, so the distribution is Poisson. Poisson model assumes that mean equal to variance, but this assumption is often violated. One of the reasons is excess zero. In this study, Zero Inflated Poisson (ZIP) mixed model is much better than Poisson mixed model and can improve the direct estimation of IMR.

Keywords: SAE, IMR, *excess zero*, *count data*, *ZIP mixed model*

PENDAHULUAN

Angka kematian dan kesakitan merupakan indeks kesehatan yang dapat digunakan untuk membandingkan status kesehatan penduduk dari waktu ke waktu atau antar penduduk pada satu titik waktu. Ukuran ini memungkinkan adanya perbandingan sistem dan program kesehatan serta dapat menyoroti penduduk yang membutuhkan perhatian khusus dari layanan kesehatan (Murray *et al.*, 2000). Salah satu jenis angka kematian yang penting yaitu angka kematian bayi (AKB).

AKB diperoleh dari Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI). SDKI merupakan bagian dari program internasional *Demographic and Health Survey* (DHS). Survei ini dirancang untuk mengumpulkan data fertilitas, keluarga berencana, dan kesehatan ibu dan anak. SDKI dilaksanakan bersama oleh Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN), dan Kementerian Kesehatan setiap lima tahun sekali, dengan panduan dari *United States Agency for International Development* (USAID).

Pendugaan AKB yang dilakukan berdasarkan data SDKI hanya berskala nasional atau provinsi namun dengan adanya sistem desentralisasi diperlukan prediksi untuk area yang lebih kecil seperti level kabupaten, kecamatan maupun kelurahan/desa. Pendugaan untuk level kabupaten, kecamatan maupun kelurahan/desa terkadang masih sulit dilakukan karena memiliki ukuran sampel yang relatif kecil dan terdapat area yang tidak tersampel.

Menurut Rao dan Molina (2015), jika terdapat sub populasi dengan ukuran sampel yang kecil maka pendugaan langsung dapat menghasilkan standard error yang sangat besar. Selain itu, pendugaan langsung tidak dapat dilakukan untuk sub populasi yang tidak memiliki sampel. Oleh karena itu diperlukan teknik pendugaan tidak langsung yang dapat meningkatkan efektivitas ukuran sampel sehingga dapat menurunkan galat baku. Salah satu teknik analisis yang dapat

digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah pendugaan area kecil (*small area estimation/SAE*). SAE dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan yang di dalamnya memasukkan peubah penyerta sebagai pengaruh tetap dan area sebagai pengaruh acak (model campuran). Pemodelan yang digunakan yaitu Model Linier Terampat Campuran (MLTC)/ *Generalized Linear Mixed Model* (GLMM).

Data AKB merupakan data cacahan dengan peluang kejadian sangat kecil, sehingga dapat diasumsikan mengikuti sebaran Poisson. Sebaran Poisson memiliki asumsi rata-rata sama dengan ragam (equidispersi). Data dengan ragam lebih besar daripada rata-rata disebut overdispersi, sedangkan data dengan ragam lebih kecil daripada rata-rata disebut dengan underdispersi. Menurut Dean dan Lundy (2016), terlanggarnya asumsi equidispersi (permasalahan dispersi) dapat disebabkan oleh nilai nol lebih besar dari yang diharapkan (*excess zero*).

Menurut Faraway (2016), permasalahan dispersi pada model akan sangat berpengaruh dalam uji hipotesis untuk parameter dugaan prediksi. Jika model mengalami overdispersi maka simpangan baku statistik menjadi bias ke bawah (*underestimate*), sehingga pengujian hipotesis untuk parameter yang bersesuaian mempunyai kecenderungan untuk menolak H_0 (statistik dianggap signifikan). Sebaliknya, jika model mengalami underdispersi, maka simpangan baku statistik menjadi bias ke atas (*overestimate*), sehingga pengujian hipotesis untuk parameter yang bersesuaian mempunyai kecenderungan untuk tidak menolak H_0 (statistik dianggap tidak signifikan). Permasalahan dispersi biasanya ditangani dengan model *Negative Binomial*. Akan tetapi, model ini tidak banyak memperbaiki permasalahan dispersi pada data cacahan. Hal ini seperti penelitian yang dilakukan oleh Anggreyani (2016) dan Yudistira (2018). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan GLMM dengan *zero inflated* untuk mengatasi permasalahan dispersi yg diakibatkan oleh *excess zero*. Hasil dugaan model ini selanjutnya

dibandingkan dengan hasil dugaan Poisson *mixed model* dan dugaan langsungnya.

METODE

Pendugaan Area Kecil

Angka kematian dan kesakitan merupakan indeks kesehatan yang dapat digunakan untuk membandingkan status kesehatan penduduk dari waktu ke waktu atau antar penduduk pada satu titik waktu. Ukuran ini memungkinkan adanya perbandingan sistem dan program kesehatan serta dapat menyoroti penduduk yang membutuhkan perhatian khusus dari layanan kesehatan (Murray *et al.*, 2000). Salah satu jenis angka kematian yang penting yaitu angka kematian bayi (AKB).

AKB diperoleh dari Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI). SDKI merupakan bagian dari program internasional *Demographic and Health Survey* (DHS). Survei ini dirancang untuk mengumpulkan data fertilitas, keluarga berencana, dan kesehatan ibu dan anak. SDKI dilaksanakan bersama oleh Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN), dan Kementerian Kesehatan setiap lima tahun sekali, dengan panduan dari *United States Agency for International Development* (USAID).

Pendugaan AKB yang dilakukan berdasarkan data SDKI hanya berskala nasional atau provinsi namun dengan adanya sistem desentralisasi diperlukan prediksi untuk area yang lebih kecil seperti level kabupaten, kecamatan maupun kelurahan/desa. Pendugaan untuk level kabupaten, kecamatan maupun kelurahan/desa terkadang masih sulit dilakukan karena memiliki ukuran sampel yang relatif kecil dan terdapat area yang tidak tersampel.

Menurut Rao dan Molina (2015), jika terdapat sub populasi dengan ukuran sampel yang kecil maka pendugaan langsung dapat menghasilkan standard error yang sangat besar. Selain itu, pendugaan langsung tidak dapat dilakukan untuk sub populasi yang tidak memiliki sampel. Oleh karena itu diperlukan teknik pendugaan tidak langsung yang dapat

meningkatkan efektivitas ukuran sampel sehingga dapat menurunkan galat baku. Salah satu teknik analisis yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah pendugaan area kecil (*small area estimation/SAE*). SAE dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan yang di dalamnya memasukkan peubah penyerta sebagai pengaruh tetap dan area sebagai pengaruh acak (model campuran). Pemodelan yang digunakan yaitu Model Linier Terampat Campuran (MLTC)/ *Generalized Linear Mixed Model* (GLMM).

Data AKB merupakan data cacahan dengan peluang kejadian sangat kecil, sehingga dapat diasumsikan mengikuti sebaran Poisson. Sebaran Poisson memiliki asumsi rataan sama dengan ragam (equidispersi). Data dengan ragam lebih besar daripada rataan disebut overdispersi, sedangkan data dengan ragam lebih kecil daripada rataan disebut dengan underdispersi. Menurut Dean dan Lundy (2016), terlanggarnya asumsi equidispersi (permasalahan dispersi) dapat disebabkan oleh nilai nol lebih besar dari yang diharapkan (*excess zero*).

Menurut Faraway (2016), permasalahan dispersi pada model akan sangat berpengaruh dalam uji hipotesis untuk parameter dugaan prediksi. Jika model mengalami overdispersi maka simpangan baku statistik menjadi bias ke bawah (*underestimate*), sehingga pengujian hipotesis untuk parameter yang bersesuaian mempunyai kecenderungan untuk menolak H_0 (statistik dianggap signifikan). Sebaliknya, jika model mengalami underdispersi, maka simpangan baku statistik menjadi bias ke atas (*overestimate*), sehingga pengujian hipotesis untuk parameter yang bersesuaian mempunyai kecenderungan untuk tidak menolak H_0 (statistik dianggap tidak signifikan). Permasalahan dispersi biasanya ditangani dengan model *Negative Binomial*. Akan tetapi, model ini tidak banyak memperbaiki permasalahan dispersi pada data cacahan. Hal ini seperti penelitian yang dilakukan oleh Anggreyani (2016) dan Yudistira (2018). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan GLMM dengan

zero inflated untuk mengatasi permasalahan dispersi yg diakibatkan oleh *excess zero*. Hasil dugaan model ini selanjutnya dibandingkan dengan hasil dugaan Poisson *mixed model* dan dugaan langsungnya.

METODOLOGI

Pendugaan Area Kecil

Pendugaan area kecil merupakan suatu metode untuk menduga parameter pada area kecil dalam percontohan survei dengan memanfaatkan informasi dari luar area, dari dalam area itu sendiri, dan dari luar survei (Kurnia, 2009). Pendugaan area kecil dibagi dua, yaitu *design based* dan *model based* (Rao dan Molina, 2015). *Design based* menggunakan penimbang survei dan desain survei dalam proses inferensianya. Sedangkan *model based* atau pendugaan tidak langsung menggunakan informasi tambahan dalam proses inferensianya. Pendugaan tidak langsung dilakukan dengan cara menambahkan informasi dari area sekitarnya (*neighbouring areas*) dan peubah-peubah penyerta yang berasal dari sensus atau catatan administrasi dan memiliki hubungan dengan peubah yang diamati sehingga dapat meningkatkan keefektifan ukuran sampel. Pendugaan tidak langsung dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan GLMM.

Excess Zero

Model Poisson digunakan untuk memodelkan data cacahan. Model ini juga memperbolehkan peubah responnya berupa *zero response*. Peluang nilai nol yang dapat ditolerir untuk sebaran Poisson yaitu (Winkleman, 2008)

$$f_0 = e^{-\lambda}. \quad (1)$$

Suatu penelitian dapat dijumpai kondisi di mana terlalu banyak nol ($f_0 > e^{-\lambda}$) atau terlalu sedikit nol ($f_0 < e^{-\lambda}$). Kondisi yang pertama lebih sering terjadi daripada yang kedua. Menurut Ridout *et al.* (1998), *excess zero* juga dapat mengakibatkan overdispersi. Besarnya proporsi data yang bernilai nol dapat berakibat pada ketepatan (presisi) dari

pendugaan (Winkleman, 2008). Menurut Broek (1995), uji *excess zero* secara sederhana yaitu

$$\chi_{hit}^2 = \frac{(n_0 - n\hat{p}_0)^2}{n\hat{p}_0(1 - \hat{p}_0) - n\bar{x}\hat{p}_0^2} \quad (2)$$

dengan H_0 adalah tidak terjadi *excess zero* dan H_1 adalah terjadi *excess zero* pada data, $\bar{x} = \hat{\lambda}$ adalah rata-rata dari data cacahan, n dan n_0 masing-masing adalah jumlah observasi dan jumlah nilai nol, n_0 kemudian dibandingkan dengan $n\hat{p}_0$ di mana $\hat{p}_0 = \exp(-\hat{\lambda})$. Tolak H_0 jika statistik uji Persamaan (2) lebih besar dari pada nilai tabel sebaran χ^2 dengan derajat bebas 1.

Zero Inflated Poisson Mixed Model

Mixed model merupakan model dengan pengaruh tetap dan pengaruh acak (Stroup 2013). GLMM yang dibangun dari peubah respon y_i yang memiliki sebaran Poisson dapat ditulis sebagai:

$$\log(y_i) = \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta} + v_i \quad (3)$$

dengan $\boldsymbol{\beta}$ merupakan pengaruh tetap, v_i merupakan pengaruh acak, \mathbf{x}_i merupakan peubah-peubah penjelas yang menggambarkan pengaruh tetap.

Menurut Lambert dalam Cameron dan Trivedi (1998), jika data yang bernilai nol atau kosong dijumpai pada data cacahan dan berjumlah banyak (*excess zeros*) maka disarankan untuk menggunakan model regresi *Zero Inflated Poisson (ZIP)*. Model ZIP merupakan campuran antara regresi Poisson dengan regresi logistik. Suatu individu pengamatan akan masuk dalam kelompok A yang selalu bernilai nol (*the Always-0 Group* atau *zero state*) dengan peluang p_i dan akan masuk ke dalam kelompok \bar{A} (*the Not Always-0 Group* atau *non-zero state*), di mana nilai nol dan positif pada data, keduanya dihasilkan oleh suatu fungsi sebaran untuk data cacahan dengan peluang $1 - p_i$. Fungsi massa peluang ZIP yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f(y_i) &= p_i + (1 - p_i)e^{-\mu_i}, y_i = 0 \\ f(y_i) &= \frac{(1-p_i)e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!}, y_i > 0 \end{aligned} \quad (4)$$

ZIP *mixed model* didefinisikan sebagai berikut:

$$\log(\mu_i) = \mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} + v_i$$

$$\text{logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \mathbf{z}'_i \boldsymbol{\delta} + u_i \quad (5)$$

dengan \mathbf{x}_i dan \mathbf{z}_i adalah peubah penjelas yang masing-masing mempengaruhi rata-rata Poisson pada kelompok \tilde{A} dengan parameter $\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)'$, dan memengaruhi peluang pada kelompok A dengan parameter $\boldsymbol{\delta} = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_m)'$, v_i dan u_i merupakan efek acak area, sedangkan fungsi log di sini merupakan fungsi logaritma natural (ln). \mathbf{x}_i dan \mathbf{z}_i dalam penelitian ini menggunakan peubah yang sama. Rataan dan ragam dari model ZIP adalah

$$E(Y_i) = (1 - p_i)\mu_i$$

$$V(Y_i) = (1 - p_i)[\mu_i^2 + \mu_i] - (1 - p_i)^2 \quad (6)$$

Pendugaan RMSE

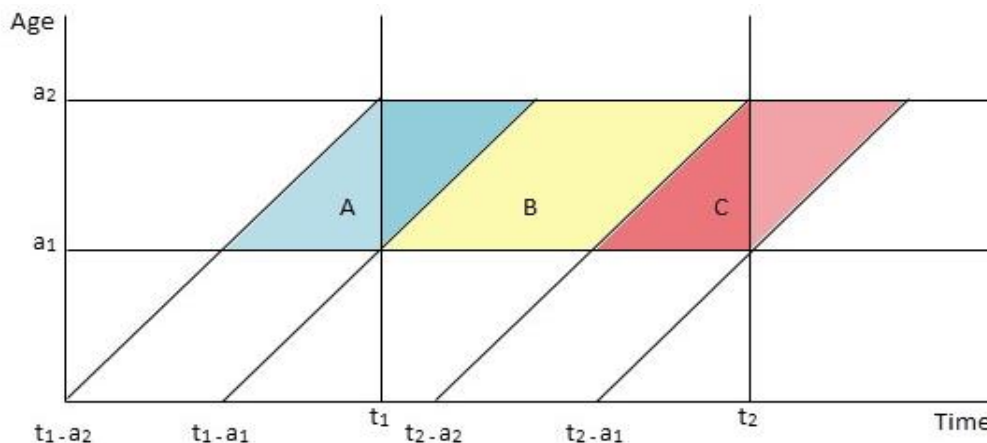
Mean Squared Error (MSE) model area kecil dapat dihitung dengan pendekatan *parametric bootstrap*. *Parametric bootstrap* merupakan salah satu alternatif perhitungan MSE yang mudah diaplikasikan pada pemodelan statistik yang rumit dan tidak terlalu bergantung kepada jumlah area kecil (Molina *et al.* 2009). Formula yang digunakan untuk RMSE yaitu sebagai berikut, T menyatakan jumlah *bootstrap* yang dibangkitkan.

$$RMSE_i = \left(\sqrt{T^{-1} \sum_{t=1}^T (\hat{\mu}_{it} - \mu_{it})^2} \right) \quad (7)$$

Konsep AKB

Berdasarkan laporan SDKI 2017, kematian bayi didefinisikan sebagai peluang kematian antara kelahiran dan sebelum mencapai ulang tahun pertama (0-1) tahun, sedangkan AKB merupakan kematian bayi tiap seribu kelahiran hidup. Pendugaan AKB menggunakan data pada tanggal kelahiran, status kelangsungan hidup, dan tanggal kematian anak atau usia pada saat anak meninggal. Penghitungannya menggunakan metode *synthetic cohort life table*. Metode ini memungkinkan untuk pendugaan trend AKB dari waktu ke waktu (USAID, 2018). Cara penghitungannya yaitu peluang kematian untuk tiap segmen umur ditabulasi. Segmen umur ini meliputi kematian umur 0-30 hari (0 bulan), 1-2 bulan, 3-5 bulan, 6-11 bulan, 12-23 bulan, 24-35 bulan, 36-47 bulan, dan 48-59 bulan. Peluang kematian untuk tiap segmen didefinisikan oleh periode waktu (*time/t*) dan interval umur (*age/a*), yang dapat digambarkan dalam diagram Lexis. Berdasarkan diagram Lexis ini, tiga kohort kelahiran anak disertakan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Pembilang untuk perhitungan peluang kematian adalah jumlah semua kematian kohort B, setengah dari kematian



Gambar 1. *Synthetic Cohort Life Table* dalam Diagram Lexis (USAID 2018)

kohort A, dan semua kematian kohort C jika periode berakhir pada tanggal wawancara, jika tidak maka setengah. Penyebut untuk perhitungan peluang kematian adalah semua anak yang masih hidup dari kohort B, setengah dari anak yang masih hidup dari kohort A, dan semua anak yang masih hidup dari kohort C jika periode berakhir pada tanggal wawancara, jika tidak maka setengah. Misal p_i menyatakan peluang kematian dengan $i=1, \dots, 8$ di mana i adalah segmen umur 0-30 hari (0 bulan) hingga 48-59 bulan maka peluang bertahan hidup adalah $1-p_i$. Peluang kematian bayi adalah $1-(1-p_1)(1-p_2)(1-p_3)(1-p_4)$, sehingga AKB adalah peluang kematian bayi dikali 1000.

Berdasarkan USAID (2018), penghitungan ragam untuk survei demografi dan kesehatan menggunakan metode linierisasi Taylor untuk pendugaan yang berbentuk rataan dan proporsi. Penghitungan ragam untuk statistik yang lebih kompleks, seperti tingkat fertilitas dan tingkat mortalitas, menggunakan metode *resampling* Jackknife.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data sekunder yang berasal dari SDKI 2017 dan profil kesehatan provinsi 2016. Data SDKI digunakan untuk memperoleh dugaan langsung AKB sedangkan profil kesehatan provinsi digunakan untuk memperoleh peubah penyerta level kabupaten/kota. Peubah penyerta yang digunakan yaitu proporsi balita dengan pneumonia, proporsi bayi dengan asi eksklusif, proporsi balita dengan gizi buruk per 1000 balita, proporsi penduduk dengan akses air minum layak, proporsi balita dengan imunisasi dasar lengkap.

Proses Analisis Data

1. Melakukan eksplorasi data.
2. Menduga angka kematian bayi per kabupaten/kota menggunakan metode pendugaan langsung. Pendugaan ini menggunakan bantuan *package childhoodmortality* dalam program R.
3. Pemodelan angka kematian bayi dengan Poisson *mixed model*.

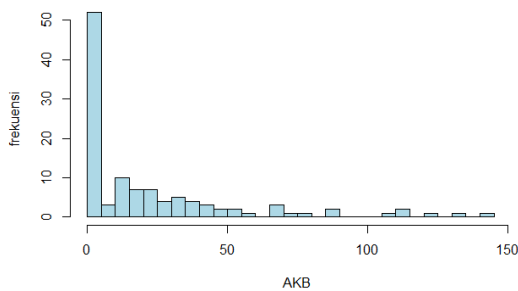
4. Melakukan pengecekan nilai dispersi dan kondisi *excess zero*.
5. Jika terjadi permasalahan dispersi dan *excess zero* maka dilakukan pemodelan alternatif. Pemodelan alternatif yang dilakukan yaitu *Zero Inflated Poisson mixed model*.
6. Menghitung RMSE dugaan model dengan teknik bootstrap.
7. Membandingkan RMSE untuk mendapatkan model terbaik. Model terbaik adalah model dengan RMSE terendah.
8. Menghitung nilai dugaan AKB kabupaten/kota berdasarkan model terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SDKI 2017 menggunakan empat macam kuesioner, yaitu rumah tangga, wanita usia subur, pria kawin, dan remaja pria. Pengukuran angka kematian bayi diperoleh dari kuesioner wanita usia subur (WUS) umur 15-49 tahun dengan bayi yaitu anak berusia 0-12 bulan. Tidak semua kabupaten/kota memiliki ukuran sampel bayi yang cukup untuk pendugaan AKB level kabupaten/kota, bahkan terdapat kabupaten/kota dengan sampel bayi kurang dari lima puluh anak. Hal ini mengakibatkan pendugaan langsung AKB level kabupaten/kota akan menghasilkan standard error yang besar.

Pendugaan langsung AKB dilakukan terhadap 113 kabupaten/kota yang memiliki sampel. Penimbang yang digunakan yaitu penimbang sampel individu wanita yang disediakan pula dalam data SDKI. Gambar 2 merupakan histogram hasil pendugaan AKB berdasarkan SDKI untuk level kabupaten/kota. Hasil pendugaan AKB tersebut menunjukkan bahwa cukup banyak kabupaten/kota dengan AKB bernilai nol yaitu sebesar 45,13 persen. Meskipun hasil dugaan langsung AKB bernilai nol, belum tentu tidak terdapat kematian bayi di kabupaten/kota tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh ukuran sampel kecil sehingga WUS yang memiliki kematian bayi tidak terpilih sebagai sampel. Hasil pendugaan langsung AKB memiliki standard error yang besar. Oleh karena itu,

metode pendugaan tidak langsung dilakukan agar menghasilkan dugaan AKB dengan presisi yang lebih baik. Selain itu, pendugaan tidak langsung dilakukan melalui sebuah model. Model ini melibatkan peubah penyerta sebagai pengaruh tetap dan area kecil sebagai pengaruh acak, yang disebut dengan model campuran (mixed model).



Gambar 2. Histogram angka kematian bayi per kabupaten/kota di Pulau Jawa

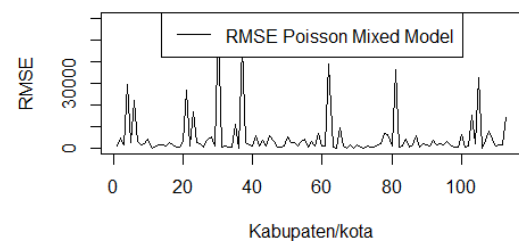
Peubah penyerta dalam pemodelan area kecil memiliki peran penting karena dapat mempengaruhi hasil pendugaan. Peubah penyerta yang digunakan adalah yang diduga berhubungan dengan angka kematian bayi berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya dan tersedia untuk seluruh kabupaten/kota di Pulau Jawa. Pertimbangan yang dijadikan dasar dalam pemilihan peubah penyerta yaitu peubah yang memiliki korelasi kuat dan signifikan. Peubah penyerta berasal dari data administratif dinas kesehatan, sehingga dianggap tidak memiliki error.

Pendugaan secara tidak langsung dilakukan dengan berbasis model. Angka kematian bayi merupakan data cacahan dengan peluang kejadian sangat kecil, sehingga dapat diasumsikan memiliki sebaran Poisson. Hampir 50 persen dugaan langsung AKB bernilai nol. Hal ini mengindikasikan adanya excess zero pada data. Excess zero merupakan salah satu penyebab terlanggarnya asumsi kesamaan rataan dan ragam pada pemodelan Poisson (equidispersi). Oleh karena itu dilakukan pendeteksian terhadap masalah dispersi dan excess zero.

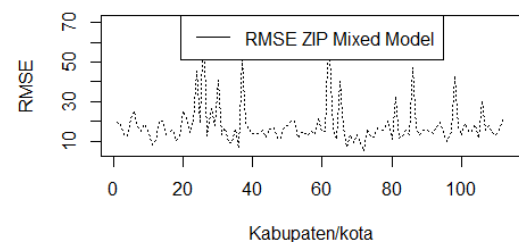
Pengujian excess zero dilakukan dengan menggunakan fungsi `zero.test` pada

package `vcdExtra` dalam program R. Hipotesis nol pada uji ini yaitu model poisson dapat menangani nilai nol dengan baik. Hasil pengujiannya menghasilkan p-value sebesar $2.22e^{-16}$. Hal ini berarti model Poisson tidak dapat menangani nilai nol dengan baik, dengan kata lain yaitu terjadi *excess zero* pada data. Ketika asumsi equidispersi dalam pemodelan Poisson terlanggar dan terjadi *excess zero*, pendugaan parameter menjadi bias dan uji statistik yang diturunkan dari model menjadi tidak benar. Oleh karena itu, pemodelan alternatif ZIP mixed model dicobakan dalam penelitian ini.

Semakin kecil RMSE maka semakin bagus suatu model dalam pendugaan. Gambar 3 menunjukkan bahwa Poisson mixed model menghasilkan RMSE yang sangat besar. RMSE Poisson mixed model mencapai nilai ribuan, sedangkan ZIP mixed model menghasilkan RMSE di bawah 70. Hal ini menunjukkan bahwa ZIP mixed model lebih baik dibandingkan Poisson mixed model. Selanjutnya, RMSE hasil pemodelan ZIP mixed model dibandingkan dengan RMSE dugaan langsung untuk membuktikan apakah dugaan model ini dapat memperbaiki dugaan langsung.



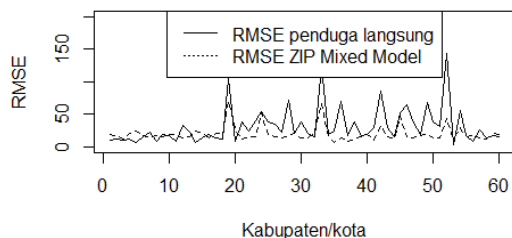
Gambar 3. RMSE Poisson *Mixed Model*



Gambar 4. RMSE ZIP *Mixed Model*

Perbandingan dengan dugaan langsung, RMSE ZIP *mixed model* lebih rendah dibandingkan dugaan langsung

(Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa hasil dugaan ZIP *mixed model* dapat memperbaiki dugaan langsung dan dapat digunakan untuk menduga AKB level kabupaten/kota di Pulau Jawa. Dugaan AKB level kabupaten/kota di Pulau Jawa dapat dilihat di lampiran.



Gambar 5. Grafik RMSE dugaan langsung dan ZIP *Mixed Model*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada angka kematian bayi diketahui terdapat masalah excess zero pada Poisson *mixed model*. Pemodelan alternatif yang dicoba yaitu ZIP *mixed model*. Pendugaan dengan ZIP *mixed model* menghasilkan RMSE lebih rendah dibandingkan dengan model Poisson *mixed model*. RMSE ZIP *mixed model* juga lebih rendah dibandingkan dengan penduga langsung. Oleh karena itu, ZIP *mixed model* dapat digunakan untuk menduga AKB level kabupaten/kota.

DAFTAR PUSTAKA

Anggreyani A. 2016. Kajian Pendugaan Area Kecil Untuk Menduga Jumlah Kematian Bayi Di Jawa Barat [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

[BPS] Badan Pusat Statistik (ID). 2017. Laporan Survei Demografi dan Kesehatan 2017.

Broek J. 1995. A Score Test for Zero Inflation In a Poisson Distribution. *Biometrics*. 51: 738-743. doi: 10.2307/2532959.

Cameron A, Trivedi P. 1998. *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dean CB, Lundy ER. 2016. Overdispersion. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. doi:

10.1002/9781118445112.stat06788.p ub2

Faraway JJ. 2016. Extending the Linear Model with R: Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models (2nd ed.). CRC Pr.

Kurnia A. 2009. Prediksi terbaik empirik untuk model transformasi logaritma di dalam pendugaan area kecil dengan penerapan pada data susenas [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Molina I, Salvati N, Pratesi M. 2009. Bootstrap for Estimating the MSE of The Spatial EBLUP. *Comput Stat*. 24:441–458.

Murray CJL, Salomon JA, Mathers C. 2000. A Critical Examination of Summary measures of Population Health. *Bull World Health Organ*, 2000;78:981–94.

Rao JNK, Molina I. 2015. *Small Area Estimation 2nd ed*. New Jersey: John Wiley & Son.

Ridout M, Demetrio CGB, Hinde J. 1998. Models for Count Data With Many Zeros. *International Biometric Conference*, Cape Town, Desember 1998.

Stroup WW. 2013. *Generalized Linear Mixed Models*, New York: Chapman & Hall/CRC.

Winkelmann R. 2008. *Econometric Analysis of Count Data 5th edition*. Berlin: Springer.

[USAID] United States Agency for International Development (US). 2018. Guide to DHS statistics.

Winkelmann R. 2008. *Econometric Analysis of Count Data 5th edition*, Berlin: Springer.

Yudistira. 2018. Kajian metode pendugaan area kecil dalam pendugaan indikator bidang kebudayaan tingkat kabupaten/kota [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Lampiran Dugaan AKB Level Kabupaten/Kota di Pulau Jawa

kode kabupaten /kota	AKB dugaan langsung	AKB ZIP mixed model	kode kabupaten/kota	AKB dugaan langsung	AKB ZIP mixed model
3171	14	12	3328	34	13
3172	18	17	3329	15	10
3173	0	17	3371	0	18
3174	15	15	3372	0	19
3175	12	11	3373	133	53
3201	18	18	3374	18	10
3202	28	17	3375	0	13
3203	46	26	3376	111	61
3204	13	9	3401	0	19
3205	31	21	3402	23	5
3206	0	11	3403	58	25
3207	0	13	3404	17	6
3208	13	10	3471	39	23
3209	9	6	3501	0	12
3210	50	23	3502	0	6
3211	0	18	3503	0	20
3212	22	12	3504	0	15
3213	0	12	3505	0	15
3214	0	16	3506	0	20
3215	7	8	3507	26	25
3216	13	8	3508	0	17
3217	29	14	3509	20	18
3271	13	7	3510	45	19
3272	125	64	3511	145	51
3273	24	18	3512	0	15
3274	106	54	3513	0	15
3275	0	14	3514	29	19
3276	9	10	3515	16	8
3277	0	21	3516	87	71
3278	0	39	3517	0	17
3301	66	24	3518	0	17
3302	43	18	3519	55	28
3303	0	11	3520	0	18
3304	0	12	3521	0	19
3305	40	26	3522	35	18
3306	0	8	3523	19	13
3307	73	69	3524	70	34
3308	68	34	3525	38	19
3309	34	14	3526	0	12
3310	0	18	3527	22	10
3311	0	15	3528	112	61
3312	22	9	3529	0	20

kode kabupaten/kota	AKB dugaan langsung	AKB ZIP mixed model
3313	0	17
3314	0	16
3315	0	17
3316	0	18
3317	0	13
3318	0	15
3319	51	32
3320	0	20
3321	21	15
3322	0	24
3323	0	14
3324	39	23
3325	0	14
3326	0	17
3327	0	18

kode kabupaten/kota	AKB dugaan langsung	AKB ZIP mixed model
3571	0	16
3572	0	25
3573	0	19
3575	0	17
3576	0	21
3578	4	6
3601	87	46
3602	42	25
3603	13	11
3604	33	16
3671	21	20
3672	0	18
3673	78	36
3674	15	16