

Metode *Small Area Estimation Model Fay-Herriot* pada Jumlah Pengangguran per Kabupaten/Kota di Jawa Barat Tahun 2023

Salma Firdausyi *, Suliadi

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

sfirdausyi@gmail.com, suliadi@unisba.ac.id

Abstract. The unemployment is one of the key indicators in describing the labor market conditions and economic well-being of a region. However, at small area levels such as districts/cities, data availability is often limited, necessitating appropriate approaches to obtain accurate information. In this research, we estimated the number of unemployment of 27 districts/cities in West Java Province using Small Area Estimation (SAE) method based on Fay-Herriot model to improve the estimation. The data used in this study were obtained from the West Java Provincial Open Data website, with the response variable is the open unemployment and auxiliary variables including the labor force participation rate, number of micro and small enterprises, number of registered job vacancies, and population density. We used two approaches, direct estimation and indirect estimation through the *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) method. The results show that the EBLUP method in the Fay-Herriot model provides highly accurate estimates. The average MAPE value obtained was 3.29%, indicating a very small relative estimation error compared to the actual data. This value falls within the range that reflects excellent model performance. Therefore, the EBLUP model used in this study can be considered highly accurate and reliable for producing unemployment estimates at the district/city level.

Keywords: *Small Area Estimation, Fay-Herriot Models, EBLUP.*

Abstrak. Jumlah pengangguran merupakan salah satu indikator penting dalam menggambarkan kondisi ketenagakerjaan dan kesejahteraan ekonomi suatu daerah. Namun pada level wilayah kecil seperti kabupaten/kota ketersediaan data sering kali terbatas, sehingga diperlukan pendekatan yang tepat untuk memperoleh informasi yang akurat. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *Small Area Estimation* (SAE) dengan model Fay-Herriot untuk memperbaiki estimasi tingkat pengangguran di 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2023. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari website *Open Data* Provinsi Jawa Barat, dengan variabel respon jumlah pengangguran terbuka dan variabel penyorot meliputi tingkat partisipasi angkatan kerja, jumlah usaha mikro dan kecil, jumlah lowongan kerja terdaftar, serta kepadatan penduduk. Pendekatan estimasi yang digunakan adalah estimasi langsung dan estimasi tidak langsung menggunakan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode EBLUP pada model Fay-Herriot memberikan estimasi yang sangat baik. Diperoleh rata-rata nilai MAPE sebesar 3.29%. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan relatif estimasi terhadap data aktual tergolong sangat kecil, nilai ini berada pada *range* yang menunjukkan kemampuan model estimasi sangat baik. Dengan demikian, model EBLUP yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan sangat akurat dan andal dalam menghasilkan estimasi jumlah penduduk pada level kabupaten/kota.

Kata Kunci: *Small Area Estimation, Model Fay-Herriot, EBLUP.*

A. Pendahuluan

Istilah “*small area*” atau area kecil mengacu pada wilayah geografis kecil seperti kabupaten/kota hingga kecamatan atau kelompok demografis kecil seperti kelompok umur, jenis kelamin, atau ras tertentu. Teknik *small area* menggunakan data dari area lingkup yang lebih besar seperti data sensus dan data Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS), untuk nantinya akan mengestimasi variabel pada area yang lebih kecil. Apabila memakai sensus, data yang digunakan hanya mencakup daerah/area yang luas. Sedangkan survei dapat mencapai area terkecil karena cakupannya sedikit.

SAE (*Small Area Estimation*) merupakan pendekatan statistik untuk menduga parameter subpopulasi dengan ukuran sampel kecil. SAE menggunakan *indirect estimation*, yaitu memanfaatkan informasi tambahan dari area lain melalui pemodelan statistik, dengan prinsip “meminjam kekuatan” dari area sekitarnya agar diperoleh estimasi yang lebih akurat. Menurut (Saei & Chambers, 2003), terdapat dua pendekatan utama dalam pengembangan model SAE, yang dikenal sebagai *linear mixed model*. Pendekatan pertama adalah *fixed effect model*, yang mengasumsikan bahwa seluruh keragaman variabel respons di area kecil dapat dijelaskan sepenuhnya oleh informasi tambahan yang tersedia. Sementara itu, pendekatan kedua adalah *random effect model*, yang mengakomodasi keragaman spesifik area kecil yang tidak dapat dijelaskan oleh informasi tambahan tersebut. Gabungan dari kedua pendekatan ini membentuk *linear mixed model*, dengan asumsi bahwa variabel respons mengikuti distribusi normal. Oleh karena itu, metode SAE yang dikembangkan termasuk dalam kategori khusus dari *General Linear Mixed Model* (GLMM). Secara umum, model SAE diklasifikasikan ke dalam dua kelompok besar, yaitu model tingkat area dan model tingkat unit.

Salah satu model yang digunakan dalam SAE adalah model Fay-Herriot, yang dapat diterapkan melalui pendekatan Bayes maupun non-Bayes. Pendekatan Bayes meliputi *Empirical Bayes* (EB) dan *Hierarchical Bayes* (HB), sedangkan pendekatan non-Bayes mencakup *Best Linear Unbiased Prediction* (BLUP) dan *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP). Metode Bayes memerlukan perhitungan distribusi prior dan posterior, sedangkan BLUP dan EBLUP lebih sederhana karena tidak memerlukannya. Perbedaan utama antara BLUP dan EBLUP terletak pada asumsi nilai variansi pengaruh acak: BLUP mengasumsikan variansi diketahui, sementara EBLUP mengasumsikan variansi tidak diketahui (Hartley & Rao, 1967).

Penelitian (Jiang & Lahiri, 2006) ini melaporkan hasil simulasi yang menunjukkan efektivitas estimator dua langkah yang mereka usulkan. Estimator ini berhasil mengurangi nilai tengah kuadrat kesalahan MSE (*Mean Square Error*) sekitar 40% dibandingkan dengan estimator satu langkah. Kesimpulannya adalah model Fay-Herriot dan pendekatan EBLUP menunjukkan peningkatan akurasi prediksi, terutama ketika digunakan dalam konteks di mana data sampel langsung sangat terbatas. Estimasi yang dihasilkan lebih baik daripada pendekatan estimasi langsung karena model ini mampu meminimalkan bias dan menangani variabilitas antar-area.

Tujuan penelitian ini adalah menerapkan model Fay-Herriot dengan pendekatan EBLUP untuk memprediksi jumlah pengangguran di kabupaten dan kota di Provinsi Jawa Barat. Pengangguran merupakan suatu variabel yang sangat penting dalam pembangunan wilayah, yang menjadi indikator ekonomi, serta akan mempengaruhi berbagai indikator sosial. Pengangguran dalam arti luas didefinisikan sebagai penduduk yang sedang mencari pekerjaan, sedang mempersiapkan suatu usaha baru, atau tidak memiliki pekerjaan sama sekali (Saragih et al., 2024). Secara spesifik, penganggur adalah individu yang termasuk dalam angkatan kerja dan bersedia bekerja, tetapi belum memperoleh pekerjaan. Permasalahan pengangguran merupakan isu makroekonomi yang berdampak langsung pada kehidupan masyarakat. Bagi banyak orang, kehilangan pekerjaan tidak hanya menurunkan taraf hidup, tetapi juga menimbulkan tekanan psikologis. Oleh karena itu, isu pengangguran menjadi salah satu topik sentral dalam perdebatan publik dan politik. Pemerintah dan para politisi kerap mengaitkan keberhasilan kebijakan ekonomi mereka dengan kemampuan menciptakan lapangan kerja.

Melihat pentingnya isu ini, estimasi yang akurat terhadap jumlah pengangguran menjadi sangat krusial, terutama pada level wilayah kecil seperti kabupaten/kota. Di sinilah peran pendekatan *Small Area Estimation* (SAE), khususnya model Fay-Herriot, menjadi signifikan. Dengan menggabungkan informasi dari berbagai sumber melalui pemodelan statistik, SAE dapat memberikan estimasi jumlah pengangguran yang lebih tepat, meskipun pada area kecil sangat terbatas.

B. Metode

Small Area Estimation (SAE)

Small Area Estimation (SAE) adalah metode statistik untuk menduga parameter suatu subpopulasi dengan ukuran contoh kecil dan memanfaatkan informasi area sekitarnya guna meningkatkan efektivitas ukuran contoh. Ketika ukuran contohnya kecil maka hasilnya tidak dapat dipercaya karena ragam statistiknya besar. SAE sangat penting dalam survei nasional atau regional, terutama ketika dibutuhkan estimasi detail untuk pengambilan keputusan kebijakan atau perencanaan. SAE mengombinasikan data survei sampel dengan informasi tambahan dari berbagai sumber untuk meningkatkan akurasi estimasi. Metode estimasi yang digunakan akan meminjamkan kekuatan dari sampel domainnya dan menyertakan variabel penyerta-nya juga (*auxiliary variable*) yang berasal dari hasil sensus atau registrasi (Rao, 2003).

SAE merupakan metode estimasi berbasis pemodelan untuk menduga parameter-parameter subpopulasi yang memiliki ukuran sampel kecil dengan meminjam kekuatan variabel penyerta dengan tujuan meningkatkan efektivitas pada ukuran sampel. Model SAE dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu sebagai berikut (Pfeffermann, 2013).

1. Model Berbasis Level Area

Model ini digunakan apabila peubah respon yang diamati (berupa rata-rata karakteristik area kecil) dan peubah penyertanya hanya tersedia pada level area yang kecil. Diasumsikan bahwa Y_i adalah sebuah fungsi penghubung antara parameter (β) dengan variabel *predictor* dari area kecil yakni $x_i^T = (x_{1i}, \dots, x_{pi})$ yang merupakan sebuah vektor. Model linear yang meinterpretasikan hal tersebut ditulis dengan persamaan berikut (Rao, 2003).

$$Y_i = x_i^T \beta + v_i, \quad i = 1, \dots, m \quad \dots (1)$$

2. Model Berbasis Level Unit

Metode pada model ini digunakan apabila peubah respon yang diamati (berupa karakteristik unit atau elemen dalam area kecil) dan peubah penyerta tersedia pada level unit dan dalam area yang kecil. Misal $x_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, \dots, x_{ijp})^T$ untuk setiap elemen ke- j pada area ke- i . Variabel respon y_i diasumsikan mempunyai hubungan dengan x_i , sehingga dapat menciptakan model regresi tersarang yaitu sebagai berikut (Rao, 2003).

$$y_{ij} = x_{ij}^T \beta + v_i + e_{ij} \quad \dots (2)$$

Dengan $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)^T$, p merupakan banyaknya variabel prediktor, m adalah banyaknya area serta v_i dan e_{ij} merupakan pengaruh acak area yang diasumsikan variabel acak independen dan berdistribusi normal dan saling bebas terhadap v_i .

Model Fay-Herriot

Model Fay-herriot ini merupakan suatu kasus pada model area level. Peubah yang diamati diasumsikan merupakan fungsi dari rata-rata peubah respon, $Y_i = g(\bar{Y}_i)$ untuk $g(\cdot)$ tertentu yang berkaitan dengan variabel penyerta $x_i^T = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$ yang tersedia sampai level area kecil dan mengikuti model linear berikut (Fay & Herriot, 1979).

$$\hat{Y}_i = x_i^T \beta + v_i + e_i \quad \dots (3)$$

Dimana $\hat{Y}_i$ merupakan parameter *small area* yang akan diestimasi, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)^T$ adalah parameter *fixed* berukuran $p \times 1$ untuk data pendukung x_i , v_i merupakan pengaruh acak ke- i diasumsikan berdistribusi $v_i \sim N(0, \sigma^2)$ dan e_i merupakan error sampling.

Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui nilai sisaan data pada kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut memiliki distribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan pengujian menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Untuk melakukan uji normalitas, maka hipotesis yang akan diuji adalah:

H_0 : Sisaan berdistribusi normal

H_1 : Sisaan tidak berdistribusi normal

Adapun kriteria ujinya adalah tolak H_0 jika $p\text{-value} < (\alpha = 0,05)$ atau $W < W_{(\alpha, n)}$.

Uji Homoskedastisitas

Menurut (Breusch, 2012), uji homoskedastisitas merupakan pengujian yang digunakan untuk memeriksa apakah data yang akan digunakan pada analisis akan memenuhi asumsi homogenitas varians (homoskedastisitas). Asumsi ini menyatakan bahwa varians dari residual adalah konstan pada seluruh rentang prediktor (variabel independen). Hipotesisnya adalah sebagai berikut:

$H_0 : \rho = 0$ (Tidak ada masalah homoskedastisitas)

$H_1 : \rho \neq 0$ (Ada masalah homoskedastisitas)

Adapun kriteria ujinya adalah terima H_0 jika nilai signifikansi $< 0,05$.

Metode EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*)

Saat σ_v^2 diubah menjadi $\hat{\sigma}_v^2$ maka yang dari sebelumnya menduga BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) akan berubah menjadi menduga EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*). Maka persamaan akan menjadi seperti berikut:

$$\hat{Y}_i^{EBLUP} = \hat{y}_i \hat{Y}_i + x_i^T \tilde{\beta} (1 - \hat{y}_i) \quad \dots (4)$$

Dimana $\hat{y}_i = \frac{\hat{\sigma}_v^2}{\psi_i + \hat{\sigma}_v^2}$ merupakan faktor *shrinkage*, ψ_i merupakan sampling variance dari $\hat{Y}_i$, $\hat{\sigma}_v^2$ merupakan keragaman dari *random effect area* yang diperoleh dari REML.

Teknik yang dapat digunakan untuk mengestimasi komponen σ_v^2 ada dua, yaitu dengan ML (*Maximum Likelihood*) dan REML (*Restricted Estimation Maximum Likelihood*).

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan metode pengukuran statistik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi seberapa akurat hasil estimasi dengan cara membandingkan nilai aktual dan nilai prediksi. MAPE menyajikan tingkat kesalahan dalam satuan persen, sehingga akan lebih mudah dibandingkan ukuran kesalahan lainnya. Maka untuk menghitung MAPE dapat digunakan persamaan seperti berikut. (Montgomery et al., 2008).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \times 100\% \quad \dots (5)$$

Semakin rendah nilai MAPE, maka dapat dikatakan model memiliki performa yang baik. Range nilai untuk MAPE dapat dilihat pada Tabel 1 (Chang et al., 2007).

Tabel 1. Range MAPE

Range MAPE	Keterangan
<10%	Kemampuan Model Estimasi Sangat Baik
10-20%	Kemampuan Model Estimasi Baik
20-50%	Kemampuan Model Peramalan Layak
>50%	Kemampuan Model Peramalan Baik

Pengangguran

Definisi pengangguran dalam arti luas adalah penduduk yang sedang mencari pekerjaan atau sedang mempersiapkan suatu usaha baru atau penduduk yang tidak mempunyai pekerjaan sama sekali. Penganggur adalah seseorang dimana orang tersebut merupakan salah satu yang tergolong dalam angkatan kerja dan ingin mendapatkan pekerjaan namun belum memperolehnya. Salah satu masalah makroekonomi yang memengaruhi secara langsung setiap orang adalah pengangguran. Pengangguran adalah indikator penting untuk menilai kesehatan ekonomi suatu negara. Jumlah pengangguran secara sistematis dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{jumlah penganggur} = \frac{TPT}{100} \times \text{jumlah angkatan kerja} \quad \dots (6)$$

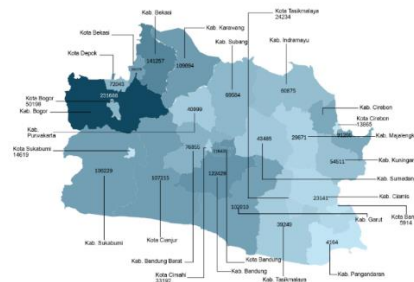
Data

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari website Open Data. Dengan variabel responnya adalah jumlah pengangguran pada level kabupaten dan variabel penyertanya adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, usaha mikro dan kecil, lowongan kerja

terdaftar, dan kepadatan penduduk. Unit penelitian yang digunakan adalah 27 kota/kabupaten di Provinsi Jawa Barat. Sata yang digunakan membahas mengenai Jumlah Pengangguran menurut kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2023. Variabel yang digunakan pada penelitian ini antara lain yaitu jumlah penganggur yang menjadi variabel Y, tingkat partisipasi angkatan kerja sebagai X1, usaha mikro dan kecil X2, lowongan kerja terdaftar sebagai X3 dan kepadatan penduduk sebagai X4.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Deskripsi Data Penelitian



Gambar 1. Jumlah Pengangguran Provinsi Jawa Barat tahun 2023

Gambar 1 merupakan jumlah pengangguran paling tinggi di Provinsi Jawa Barat terdapat pada Kabupaten Bogor yaitu sebanyak 231.688 jiwa. Sedangkan jumlah pengangguran paling rendah terdapat pada Kabupaten Pangandaran yaitu sebanyak 4164 jiwa. Nilai simpangan baku jumlah pengangguran antar wilayah adalah sebesar 51253.148, yang menunjukkan jumlah pengangguran antar kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat cukup bervariasi

Pemodelan *Fay-Herriot*

Model Fay-Herriot diperoleh dari estimasi metode penaksiran REML. Sehingga diperoleh persamaan Fay Herriot sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 68.789 - 0.008765 (X1) - 0.000287 (X2) - 0.082712 (X3) + 0.8231 (X4) \quad \dots (7)$$

Dapat diinterpretasikan bahwa nilai konstanta menghasilkan nilai positif yaitu sebesar 68.789 yang menunjukkan bahwa apabila semua variabel penyerta, yaitu apabila tingkat partisipasi angkatan kerja (X1), jumlah usaha mikro dan kecil (X2), lowongan kerja terdaftar (X3), dan kepadatan penduduk (X4) bernilai 0 (nol) atau konstan dan tidak mengalami perubahan, maka jumlah pengangguran adalah sebanyak 68.789 jiwa

Uji Normalitas

Hasil p-value yang diperoleh yaitu sebesar 0.06997. Yang dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan telah memenuhi asumsi normalitas atau H_0 diterima, sebab nilai p-value $> 0,05$. Maka data tersebut telah memenuhi asumsi normalitas dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Uji Homoskedastisitas

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 5% ($\alpha = 0,05$) hasil *p-value* menunjukkan nilai 0.078, artinya H_0 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan telah memenuhi asumsi homoskedastisitas sebab nilai *p-value* lebih besar dari 0.05 (0.078 > 0.05).

Hasil Estimasi dengan menggunakan *Empirical Best Liniear Unbiased Prediction (EBLUP)*

Setelah dilakukan uji asumsi pada data, lalu langkah selanjutnya adalah mencari nilai estimasi tidak langsung dengan metode EBLUP. Misalkan untuk mendapatkan hasil estimasi tidak langsung (EBLUP) untuk Kabupaten Bogor.

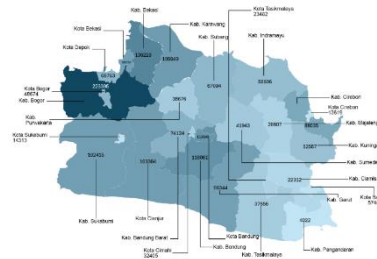
$$\begin{aligned}\hat{Y}_i^{EBLUP} &= \hat{\gamma}_i \hat{Y}_i + x_i^T \tilde{\beta} (1 - \hat{\gamma}_i) \\ \hat{Y}_{Kab Bogor}^{EBLUP} &= \hat{\gamma}_i \hat{Y}_i + x_i^T \tilde{\beta} (1 - \hat{\gamma}_i) \\ \hat{Y}_{Kab Bogor}^{EBLUP} &= (0.9640 \times 231688) + 1313.882 (1 - 0.9640) \\ \hat{Y}_{Kab Bogor}^{EBLUP} &= 223395\end{aligned}$$

Hasil estimasi EBLUP untuk jumlah pengangguran di Provinsi Jawa Barat tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Estimasi EBLUP jumlah pengangguran

Kabupaten/kota	Jumlah Pengangguran
Kab. Bogor	223395
Kab. Sukabumi	102415
Kab. Cianjur	103364
Kab. Bandung	118061
Kab. Garut	98344
Kab. Tasikmalaya	37856
Kab. Ciamis	22312
Kab. Kuningan	52557
Kab. Cirebon	88035
Kab. Majalengka	28607
Kab. Sumedang	41943
Kab. Indramayu	58696
Kab. Subang	67094
Kab. Purwakarta	38676
Kab. Karawang	105949
Kab. Bekasi	136228
Kab. Bandung Barat	74124
Kab. Pangandaran	4022
Kota Bogor	48674
Kota Sukabumi	14313
Kota Bandung	112649
Kota Cirebon	13619
Kota Bekasi	100755
Kota Depok	69763
Kota Cimahi	32405
Kota Tasikmalaya	23482
Kota Banjar	5748

Apabila digambarkan dengan peta, maka akan hasil estimasi EBLUP untuk jumlah pengangguran di provinsi Jawa Barat tahun 2023 akan menghasilkan sebaran data yaitu seperti pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Hasil Estimasi EBLUP Jumlah Pengangguran

Berdasarkan hasil perhitungan dengan estimasi EBLUP maka diperoleh jumlah pengangguran menurut kab/kota di Provinsi Jawa Barat tahun 2023, dengan angka pengangguran paling tinggi terdapat pada Kota Bogor yaitu sebanyak 223395 jiwa dan paling rendah yaitu Kabupaten Pangandaran yaitu sebanyak 4022 jiwa.

Evaluasi Hasil Estimasi EBLUP dengan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Misalkan untuk mendapatkan nilai MAPE di Kabupaten Bogor sebelum di rata-ratakan.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \times 100\%$$

$$MAPE_{Bogor} = \left| \frac{231688 - 223395}{231688} \right| \times 100\%$$

$$MAPE_{Bogor} = \left| \frac{8293}{231688} \right| \times 100\%$$

$$MAPE_{Bogor} = 3.57938\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terhadap estimasi jumlah penduduk dari model EBLUP di 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat, diperoleh rata-rata nilai MAPE sebesar 3.29%. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan relatif estimasi terhadap data aktual tergolong sangat kecil, nilai ini berada pada range yang menunjukkan kemampuan model estimasi sangat baik.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, model Fay-Herriot terbukti efektif dalam mengestimasi jumlah pengangguran pada level kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat tahun 2023. Model ini mampu menggabungkan informasi dari berbagai variabel melalui pendekatan pemodelan, sehingga menghasilkan estimasi yang lebih stabil dan presisi, terutama untuk wilayah dengan jumlah sampel yang kecil. Model regresi Fay-Herriot yang digunakan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai $\hat{Y} = 68.789 - 0.008765 (X_1) - 0.000287 (X_2) - 0.082712 (X_3) + 0.8231 (X_4)$, dengan X_1 adalah tingkat partisipasi angkatan kerja, X_2 adalah jumlah usaha mikro dan kecil, X_3 adalah jumlah lowongan kerja terdaftar, dan X_4 adalah kepadatan penduduk.

Nilai $\hat{\rho}_i$ (faktor *shrinkage*) menunjukkan sejauh mana model mengandalkan estimasi langsung atau prediksi regresi. Semakin kecil nilai $\hat{\rho}_i$, maka kontribusi model menjadi dominan. Untuk Kabupaten Bogor, nilai $\hat{\rho}_i$ menunjukkan angka sebesar 0.9640, yang berarti model lebih banyak mengandalkan informasi dari variabel kovariat.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang membantu penelitian ini dari awal sampai akhir, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Breusch, P. (2012). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294.
- Chang, P. C., Wang, Y. W., & Liu, C. H. (2007). The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. *Expert Systems with Applications*, 32(1), 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.11.021>
- Fay, R. E., & Herriot, R. A. (1979). Estimates of Income for Small Places: An Application of James-Stein Procedures to Census Data. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 269. <https://doi.org/10.2307/2286322>
- Fitriani, A. N., & Suliadi. (2021). Selang Kepercayaan Koefisien Korelasi Berdasarkan Empirical Likelihood dan Penerapannya pada Data Rata-Rata Lama Sekolah dan Penduduk Miskin Kota/Kabupaten di Indonesia. *Jurnal Riset Statistika*, 1(1), 51–56. <https://doi.org/10.29313/jrs.v1i1.146>
- Hartley, H. O., & Rao, J. N. (1967). Maximum-likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. *Biometrika*, 54(1), 93–108. <https://doi.org/10.1093/biomet/54.1-2.93>
- Jiang, J., & Lahiri, P. (2006). Mixed model prediction and small area estimation. *Test*, 15(1), 1–96. <https://doi.org/10.1007/BF02595419>
- Mario Bernardino. (2023). Penerapan CUSUM-Tukey's Control Chart untuk Mendeteksi Perubahan Rata-Rata Proses pada Data Non-Normal. *Jurnal Riset Statistika*, 119–124. <https://doi.org/10.29313/jrs.v3i2.2955>
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2008). Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION.
- Pfeffermann, D. (2013). New important developments in small area estimation. *Statistical Science*, 28(1), 40–68. <https://doi.org/10.1214/12-STS395>
- Rao, J. N. K. (2003). *Small Area Estimation*. A John Wiley & Sons, INC.
- Saei, A., & Chambers, R. (2003). Small Area Estimation Under Linear and Generalized Linear Mixed Models With Time and Area Effects. S3RI Methodology Working Paper M03/15. *S3RI Methodology Working Paper M03/15, January 2003*.
- Sanusi, W., Syam, R., Adawiyah, D. R., Matematika, J., Matematika, F., Pengetahuan, I., Universitas, A., & Makassar, N. (2019). Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Spline. *Journal of Mathematics*, 2(1), 70–81. <http://www.ojs.unm.ac.id/jmathcos>
- Saragih, J. R. S., Simanungkalit, J. S. L., Siregar, M. S., & ... (2024). Pengaruh Jumlah Penduduk dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja terhadap Pengangguran di Kabupaten Simalungun. *Jurnal Pendidikan ...*, 8, 23362–23372.