

## **Pendugaan Rata-rata Pengeluaran Per Kapita Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat Melalui *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* dalam Pendugaan Area Kecil**

**Akmal Hafis Hakim<sup>\*</sup>, Nusar Hajarisman**

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

\*akmalhafis2000@gmail.com, nusarhajarisman@yahoo.com

**Abstract.** The SAE (*Small Area Estimation*) method is widely used and used by many parties, one of which is BPS (Central Statistics Agency) some examples of data presentation expenditures such as poverty/social development/economic development, one of which is Per Capita Expenditure. The amount of per capita income can describe the welfare of a society. However, accurate income data is difficult to obtain, so that in the Susenas activity this data is approached through per capita expenditure. SAE (*Small Area Estimation*) is a statistical technique used to estimate the parameters of a subpopulation with a small sample size. Therefore, the purpose of this study is to obtain parameter estimates and apply the SAE (*Small Area Estimation*) model to the EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) method. The research method used in processing this research is using the EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) method which includes parameter estimation methods using REML (Restricted Maximum Likelihood) and GLS (Generalized Least Square) by comparing the MSE (Mean Square Error) value. smallest. The results show that Per Capita Expenditures in West Java Province with the help of additional information using accompanying variables that have a correlation that using the *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) method has better results when compared to using a direct estimator.

**Keywords:** *Small Area Estimation, Empirical Best Linear Unbiased Prediction, Per Capita Expenditure.*

**Abstrak.** Metode SAE (*Small Area Estimation*) banyak dipakai dan digunakan oleh banyak pihak salah satunya adalah BPS (Badan Pusat Statistik) beberapa contoh pengeluaran penyajian data seperti kemiskinan/pembangunan sosial/pembangunan ekonomi salah satunya adalah Pengeluaran Per Kapita. Besarnya pendapatan perkapita dapat menggambarkan kesejahteraan suatu masyarakat. Namun data pendapatan yang akurat sulit diperoleh, sehingga dalam kegiatan susenas data ini didekati melalui pengeluaran perkapita. SAE (*Small Area Estimation*) merupakan suatu teknik statistika yang digunakan untuk menduga parameter-parameter subpopulasi dengan ukuran sampel kecil (1). Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh estimasi parameter serta mengaplikasikan model SAE (*Small Area Estimation*) ke dalam metode EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*). Metode penelitian yang digunakan dalam melakukan pengolahan penelitian ini dengan menggunakan metode EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) yang diantaranya terdapat metode pendugaan parameter dengan menggunakan REML (Restricted Maximum Likelihood) dan GLS (Generalized Least Square) dengan membandingkan nilai MSE (Mean Square Error) terkecil. Hasil menunjukkan bahwa Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Barat dengan bantuan informasi tambahan dengan menggunakan variabel penyerta yang memiliki korelasi bahwa dengan menggunakan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan penduga langsung.

**Kata Kunci:** *Estimasi Area Kecil, Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris, Pengeluaran Per Kapita.*

## A. Pendahuluan

SAE (*Small Area Estimation*) merupakan suatu teknik statistika yang digunakan untuk menduga parameter-parameter subpopulasi dengan ukuran sampel kecil. Teknik pendugaan ini memanfaatkan data dari domain besar untuk menduga parameter pada domain yang lebih kecil yang dapat berupa desa/kelurahan, kecamatan, kabupaten, kelompok suku, maupun kelompok umur. Berbagai survey umumnya dirancang untuk menduga parameter populasi untuk area yang besar, seperti level nasional atau propinsi dimana pendugaan parameternya didasarkan pada desain sampling. Hal ini menyebabkan umumnya jumlah sampel kurang/tidak mencukupi untuk menghasilkan penduga langsung (*direct estimation*) yang akurat untuk pendugaan area kecil, meskipun pendugaan secara langsung ini mempunyai sifat yang tidak bias. Untuk menghadapi masalah ini diperlukan penggunaan data tambahan (seperti data sensus) untuk mendapatkan penduga yang akurat atau dapat dipercaya melalui suatu model tertentu. Pendugaan seperti ini disebut juga pendugaan tidak langsung (*indirect estimation*), dalam arti bahwa dugaan tersebut mencakup data dari domain yang lain atau dapat dikatakan bahwa pendugaan dengan menghubungkan informasi pada daerah tersebut dengan informasi dari luar area ataupun dari luar survei dengan model yang sesuai.

Menurut Prasad dan Rao (1) Metode SAE (*Small Area Estimation*) mempunyai konsep dalam pendugaan parameter secara tidak langsung di suatu area yang relatif kecil dalam percontohan survey (survey sampling) dimana pendugaan langsung tidak mampu memberikan ketelitian yang cukup bila ukuran sampel dalam small area berukuran kecil/sedikit, sehingga statistik yang dihasilkan akan memiliki varians yang besar atau bahkan pendugaan tidak dapat dilakukan karena tidak terwakili dalam survei.

Menurut Rumiati (2) Pendugaan dalam SAE (*Small Area Estimation*) didasarkan pada model area kecil yang membutuhkan informasi tambahan yang memiliki hubungan dengan peubah yang sedang diamati yang disebut juga sebagai variabel penyerta (*auxiliary variabel*). Variabel penyerta ini dapat diperoleh dari survei yang lain dan diharapkan memiliki korelasi dengan peubah yang diamati.

Menurut Ghosh dan Rao (3) Perhatian mengenai permintaan kebijakan informasi statistik wilayah kecil yang lebih terperinci meningkat dalam beberapa waktu, Hal ini dapat dilihat dengan tingginya permintaan data mikro sampai wilayah terkecil oleh lembaga maupun pemerintah untuk mendapatkan keputusan kebijakan yang didasarkan informasi. Pengambilan sampel survei dirancang untuk ukuran domain tertentu, umumnya area yang luas. Namun, permintaan data untuk area kecil meningkat dan menjadi isu yang tinggi.

Maka dari itu, metode SAE (*Small Area Estimation*) banyak dipakai dan digunakan oleh banyak pihak salah satunya adalah BPS (Badan Pusat Statistik) salah satunya adalah contoh beberapa pengeluaran penyajian data kemiskinan/pembangunan sosial/pembangunan ekonomi salah satunya adalah Pengeluaran Per Kapita. Dengan informasi maupun presisi yang baik hanya terdapat pada tingkat kabupaten/kota yang disebabkan dengan adanya keterbatasan jumlah sampel Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas), Sedangkan untuk tingkat yang lebih kecil seperti kecamatan/desa masih belum adanya informasi yang lebih presisi. Upaya yang bisa dilakukan untuk penelitian ini adalah dengan menggunakan metode SAE (*Small Area Estimation*) untuk mendapatkan data Pengeluaran Per Kapita pada wilayah Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat, SAE (*Small Area Estimation*) dipilih dikarenakan metode ini dapat meminimumkan untuk nilai MSE (Mean Square Error).

Dalam penelitian ini pendekatan metode SAE (*Small Area Estimation*) yang digunakan adalah EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*), pendekatan EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) merupakan metode yang diterapkan pada model linear campuran. Dalam melakukan pendugaan area kecil pada penelitian ini, dilakukan pendugaan pengeluaran per kapita pada sampel Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat untuk mengetahui Pengeluaran Per Kapita dengan menggunakan metode EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*). Berdasarkan uraian latar belakang di atas diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Memperoleh estimasi parameter dari model SAE berbasis area menggunakan pendekatan *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP).
2. Mengaplikasikan model SAE berbasis area untuk menduga pengeluaran per kapita Provinsi Jawa Barat dengan pendekatan *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP).
3. Membandingkan hasil pendugaan tidak langsung dengan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP).

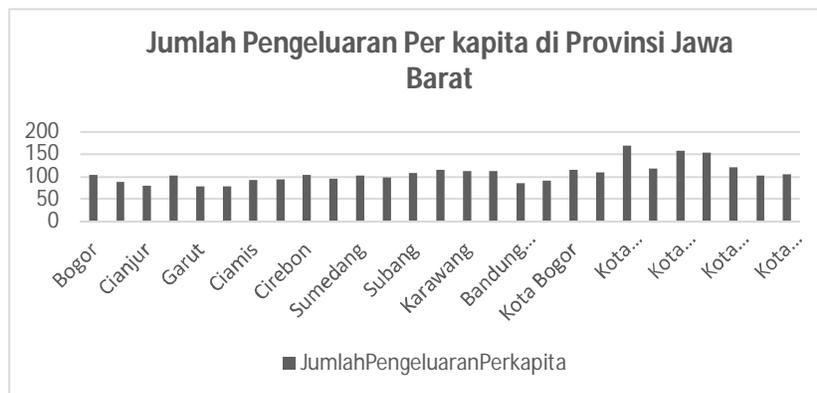
## B. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Small Area Estimation* (SAE) dengan pendekatan *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP). Sumber data penelitian yang digunakan dalam penulisan ini menggunakan data sekunder terdapat pada lampiran 1 yang mencakup wilayah Provinsi Jawa Barat sebanyak 18 Kabupaten dan 9 Kota Tahun 2020, data yang berasal dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS), Potensi Desa (Podes) yang berasal dari publikasi-publikasi yang dihasilkan oleh BPS (Badan Pusat Statistik). Variabel penyerta (Y) dan variabel respon (X) berasal dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS). Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) merupakan salah satu bentuk kegiatan survei yang dilakukan oleh BPS (Badan Pusat Statistik) yang dirancang untuk mengumpulkan data sosial kependudukan yang relatif sangat luas, data yang dikumpulkan diantara lain seperti kondisi pendidikan, kesehatan, fertilitas dan kondisi sosial ekonomi lainnya. Responden yang terlibat dalam kegiatan Susenas ini adalah rumah tangga yang dipilih secara acak (random) dengan metode sampling yang telah ditentukan.

Beberapa Variabel respon (X) juga berasal dari Potensi Desa (Podes). Potensi Desa (Podes) merupakan suatu pendataan potensi desa yang berbasis kewilayahan, kegiatan pengumpulan data Podes dilakukan bersamaan dengan kegiatan BPS yang berskala besar seperti sensus. Data yang dihasilkan dari Podes adalah indikator seperti indeks kesulitan geografis (IKG), dan dapat digunakan juga untuk memberi gambaran tentang situasi pembangunan suatu wilayah (regional). Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara langsung, sedangkan yang menjadi responden adalah Kepala Desa/Lurah atau aparat desa lainnya yang dianggap mengetahui keadaan desa yang menjadi wilayah kerjanya.

## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### Deskripsi Data



**Gambar 1.** Diagram Batang Jumlah Pengeluaran Per Kapita

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa Pengeluaran Per Kapita pada terkecil berada pada Kota Tasikmalaya sebesar Rp. 7.852.000 dan pengeluaran per kapita terbesar berada pada Kota Bandung sebesar Rp. 16.887.000.

### Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran data yang digunakan berdistribusi normal atau tidak, berdasarkan hasil uji normalitas dengan menggunakan software RStudio diperoleh hasil  $p\text{-value} = 0,06183$ .

Hipotesis:

H0: data berdistribusi normal

H1: data tidak berdistribusi normal

Dengan menggunakan taraf signifikan 5%, karena nilai  $p\text{-value} > 0,05$  maka H0 diterima yang artinya sebaran data berdistribusi normal.

### Uji Korelasi

Korelasi Pearson dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya hubungan antara variabel yang dianalisis, jika semakin besarnya nilai korelasi antar variabel maka akan semakin baik hasil pendugaannya. Berdasarkan hasil Korelasi Pearson yang sudah dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 1.** Nilai Korelasi Pearson

Variabel	r	p-value	Keterangan
X1	0.4870	0.009989	Signifikan
X2	0.1551	0.44	Tidak Signifikan
X3	0.3335	0.0891	Tidak Signifikan
X4	0.5475	0.0031	Signifikan
X5	0.5449	0.0033	Signifikan

Sumber: Data penelitian yang sudah diolah

Berdasarkan Tabel 1. diatas dapat dilihat bahwa, dengan menggunakan taraf signifikan 5% bahwa variabel Jumlah Sarana Pendidikan (X1), Jumlah desa/kelurahan dengan SKTM (X4), Jumlah desa/kelurahan dengan BPJS (X5) mempunyai korelasi dengan Variabel Pengeluaran Per Kapita.

### Hasil Penduga Langsung Pengeluaran Per Kapita

Berdasarkan hasil dari Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Jawa Barat tahun 2020, untuk hasil pengeluaran per kapita dari penduga langsung diperoleh dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 2.** Hasil Penduga Langsung

No	Kabupaten/ Kota	Jumlah Pengeluaran Per Kapita (X Rp.100.000)	No	Kabupaten/ Kota	Jumlah Pengeluaran Per Kapita (X Rp.100.000)
1	Bogor	103.17	8	Kuningan	94.59
2	Sukabumi	88.23	9	Cirebon	103.42
3	Cianjur	79.8	10	Majalengka	95.21
4	Bandung	102.01	11	Sumedang	102.17
5	Garut	78.76	12	Indramayu	98.59
6	Tasikmalaya	78.52	13	Subang	107.9
7	Ciamis	92.88	14	Purwakarta	116.14
15	Karawang	113.15	22	Kota Cirebon	118
16	Bekasi	112.41	23	Kota Bekasi	157.76
17	Bandung Barat	84.55	24	Kota Depok	152.81

18	Pangandaran	90.84	25	Kota Cimahi	120.25
19	Kota Bogor	115.64	26	Kota Tasikmalaya	102.63
20	Kota Sukabumi	109.99	27	Kota Banjar	105.35
21	Kota Bandung	168.87			

Dari hasil penduga langsung diatas diperoleh nilai rata-rata pengeluaran per kapita di Provinsi Jawa Barat Tahun 2020 sebesar Rp. 10.717.185, dapat dilihat juga pengeluaran per kapita terkecil berada pada Kabupaten Tasikmalaya sebesar Rp. 7.852.000 dan pengeluaran per kapita terbesar berada pada Kota Bandung sebesar Rp. 16.887.000. Adapun perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{2893.64}{27} = 107,171852$$

Dimana  $\sum x_i$  adalah jumlah dari data dan N adalah jumlah populasi, maka hasil yang diperoleh sebesar 107,171852 (X Rp. 100.000).

#### **Penduga SAE dengan menggunakan metode EBLUP**

Untuk menentukan pengeluaran per kapita dengan menggunakan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) adalah harus menentukan terlebih dahulu nilai pendugaan terhadap koefisien regresi ( $\hat{\beta}$ ), pengaruh acak ( $v_i$ ) dan varian pengaruh acak ( $\hat{\sigma}_v^2$ ). Dengan menggunakan pendugaan pada prosedur General Linear Mixed Model (GLMM) dengan salah satu metode yang digunakan adalah Restricted Maximum Likelihood (REML) diperoleh hasil melalui software RStudio didapatkan nilai koefisien regresi sebagai berikut:

**Tabel 2.** Koefisien Regresi Penduga EBLUP

Variabel	Estimasi Beta	Standar Error	t-value	p-value
intercept	124.3714	7.7906	15.9643	0.0000
(X <sub>1</sub> )	0.0146	0.0322	0.4520	0.6555
(X <sub>4</sub> )	-0.2190	0.4610	-0.4751	0.6392
(X <sub>5</sub> )	0.1026	0.4527	0.2266	0.8228

Dari hasil tabel 2. diatas dapat dijelaskan dalam bentuk model berikut:

$$Y = 124.3714 + 0.0146X_1 - 0.2190X_2 + 0.1026X_3$$

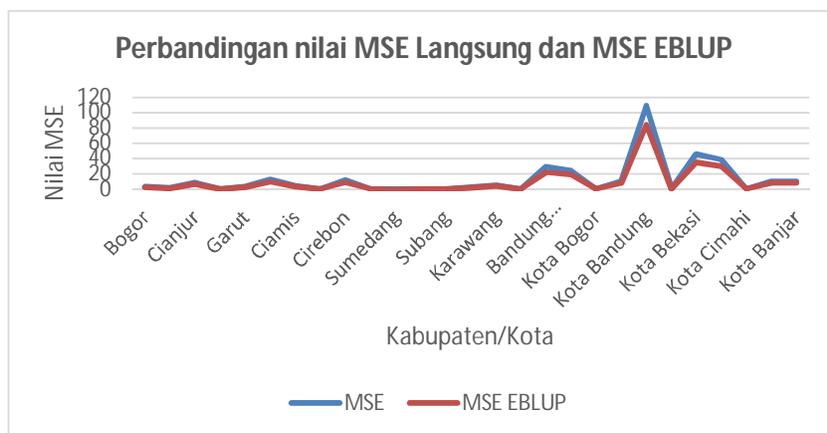
Dapat diartikan dari model diatas bahwa nilai konstanta sebesar 122.82063, artinya jika variabel Fasilitas Pendidikan (X<sub>1</sub>), Jumlah Desa/Kelurahan Penerima SKTM (X<sub>4</sub>), Jumlah Desa/Kelurahan Penerima BPJS (X<sub>5</sub>) bernilai konstan (nol)/tidak mengalami peningkatan, maka pengeluaran per kapita memiliki nilai sebesar 122.82603. Variabel Fasilitas Pendidikan (X<sub>1</sub>) memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0.02725, artinya setiap kenaikan pada Fasilitas Pendidikan (X<sub>1</sub>) akan berdampak pada Pengeluaran Per Kapita. Variabel Jumlah Desa/Kelurahan Penerima SKTM (X<sub>4</sub>) memiliki nilai koefisien regresi sebesar -0.52524, artinya setiap penurunan pada Jumlah Desa/Kelurahan Penerima SKTM (X<sub>4</sub>) akan berdampak pada Pengeluaran Per Kapita. Variabel Jumlah Desa/Kelurahan Penerima BPJS (X<sub>5</sub>) memiliki nilai koefisien regresi sebesar 0.35038, artinya setiap kenaikan pada Jumlah Desa/Kelurahan Penerima BPJS (X<sub>5</sub>) akan berdampak pada Pengeluaran Per Kapita. Dari hasil dan juga model yang sudah didapat dengan menggunakan penduga *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP). Maka nilai koefisien regresi ( $\hat{\beta}$ ) dan varian pengaruh acak ( $\hat{\sigma}_v^2$ ) dapat digunakan untuk menghitung nilai pengeluaran per kapita dengan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP).

**Tabel 3.** Hasil Penduga *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP)

No	Kabupaten/ Kota	Jumlah Pengeluaran Per Kapita (X Rp.100.000)	No	Kabupaten/ Kota	Jumlah Pengeluaran Per Kapita (X Rp.100.000)
1	Bogor	101.96884	15	Karawang	111.69508
2	Sukabumi	89.07721	16	Bekasi	112.25025
3	Cianjur	81.69069	17	Bandung Barat	87.9781
4	Bandung	102.21939	18	Pangandaran	93.9756
5	Garut	80.00308	19	Kota Bogor	116.15241
6	Tasikmalaya	80.76044	20	Kota Sukabumi	112.06541
7	Ciamis	94.21701	21	Kota Bandung	162.22022
8	Kuningan	94.31459	22	Kota Cirebon	118.60815
9	Cirebon	101.212	23	Kota Bekasi	153.4725
10	Majalengka	95.03756	24	Kota Depok	148.8315
11	Sumedang	102.03786	25	Kota Cimahi	120.63651
12	Indramayu	98.58082	26	Kota Tasikmalaya	104.69641
13	Subang	107.32882	27	Kota Banjar	107.44533
14	Purwakarta	115.08232			

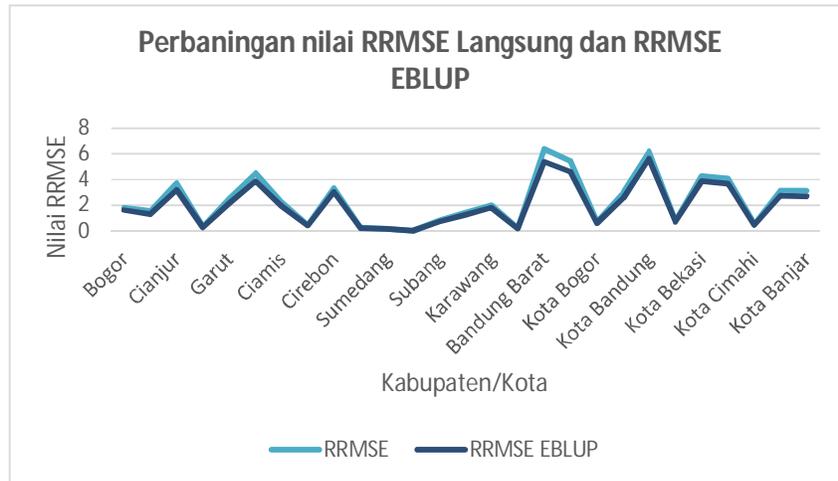
Dari hasil perhitungan dengan penduga EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) diatas diperoleh nilai rata-rata pengeluaran per kapita di Provinsi Jawa Barat Tahun 2020 sebesar Rp. 10.716.881, dapat dilihat juga pengeluaran per kapita terkecil berada pada Kabupaten Garut sebesar Rp. 8.000.308 dan pengeluaran per kapita terbesar berada pada Kota Bandung sebesar Rp. 16.222.022.

**Perbandingan Hasil Pengeluaran Per Kapita Penduga Langsung dan Penduga EBLUP**  
Setelah dilakukan estimasi terhadap penduga langsung maupun penduga tidak langsung dengan menggunakan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP). Selanjutnya melakukan perbandingan nilai Mean Square Error (MSE).



**Gambar 2.** Perbandingan nilai MSE

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa menggambarkan perbandingan MSE antara Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat, dengan menggunakan pendugaan langsung dan pendugaan EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) keduanya memiliki hasil yang berbeda dapat dilihat bahwa hasil pendugaan dengan metode EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) lebih kecil dibandingkan dengan hasil pendugaan langsung. Hasil rata-rata MSE Pengeluaran Per Kapita yang diperoleh dari kedua penduga menghasilkan rata-rata yaitu pada Penduga langsung sebesar 12.5198 dan untuk Penduga EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) sebesar 9.6450.



**Gambar 3.** Perbandingan Nilai RRMSE

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa menggambarkan perbandingan RRMSE antara Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat, dengan menggunakan pendugaan langsung dan pendugaan EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) keduanya memiliki hasil yang berbeda dapat dilihat bahwa hasil pendugaan dengan metode EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) lebih kecil dibandingkan dengan hasil pendugaan langsung. Hasil rata-rata RRMSE Pengeluaran Per Kapita yang diperoleh dari kedua penduga menghasilkan rata-rata yaitu pada Penduga langsung sebesar 2.3421 dan untuk Penduga EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) sebesar 2.0466.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Pada Pengeluaran Per Kapita yang didapatkan dari hasil Penduga Langsung diperoleh rata-rata Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Barat sebesar Rp. 10.717.185. Dapat dilihat juga pengeluaran per kapita terkecil berada pada Kabupaten Tasikmalaya sebesar Rp. 7.852.000 dan pengeluaran per kapita terbesar berada pada Kota Bandung sebesar Rp. 16.887.000.
2. Pada Penduga dengan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) untuk Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Barat dengan bantuan informasi tambahan dengan menggunakan variabel penyerta yang memiliki korelasi dengan Pengeluaran Per Kapita yaitu Jumlah Sarana Pendidikan (X1), Jumlah desa/kelurahan dengan SKTM (X4), Jumlah desa/kelurahan dengan BPJS (X5). Dari hasil tersebut diperoleh rata-rata Pengeluaran Per Kapita sebesar Rp. 10.716.881 dapat dilihat juga pengeluaran per kapita terkecil berada pada Kabupaten Garut sebesar Rp. 8.000.308 dan pengeluaran per kapita terbesar berada pada Kota Bandung sebesar Rp. 16.222.022.
3. Penduga Area Kecil (*Small Area Estimation*) dengan menggunakan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) menghasilkan nilai rata – rata Relative Root

Mean Square Error (RRMSE) sebesar 2.0466 serta nilai Mean Square Error (MSE) sebesar 9.6450 dibandingkan dengan nilai pada penduga langsung yaitu nilai rata – rata Relative Root Mean Square Error (RRMSE) sebesar 2.3421 serta nilai Mean Square Error (MSE) sebesar 12.5198. Oleh karena itu, Penduga Area Kecil (*Small Area Estimation*) dengan menggunakan metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan penduga langsung.

### **Acknowledge**

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing bapak Dr. Nusar Hajarisman, S.Si, M.Sc. serta kepada seluruh teman sepembimbingan yang sudah memberikan bantuan dan juga dukungan serta kepada seluruh teman – teman Statistika 2018.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Prasad, N.G.N., dan Rao, J.N.K. (1990). The Estimation of The Mean Squared Error of The Small Area Estimators. *Journal of American Statistical Association*, 85, hal.163-171.
- [2] Rumiati, A.T. (2012). Model Bayes untuk Pendugaan area kecil dengan penaksiran contoh berpeluang tidak sama pada kasus respon binomial dan multinomial. Disertasi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [3] Gosh, dan Rao, J. (1994). *Small Area Estimation:an Appraisal*. *Statistical Science*.Vol. 9, 55-76.
- [4] Rao JNK. 2003. *Small Area Estimation*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Maudinatul, Rahmi Oktavia. (2021). *Aplikasi Model Indeks Tunggal dalam Pembentukan Portofolio Optimal pada Data Harga Saham Indeks IDX30 di Bursa Efek Indonesia*, *Jurnal Riset Statistika*, 1(1), 73-82.