METODE PREDIKSI TAK BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS PADA AREA KECIL UNTUK PENGELUARAN PER KAPITA PER KECAMATAN DI PROVINSI BALI

SKRIPSI

Oleh:
MADE LARAS SETYA DEWI
165090500111012

PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020

METODE PREDIKSI TAK BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS PADA AREA KECIL UNTUK PENGELUARAN PER KAPITA PER KECAMATAN DI PROVINSI BALI

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika

Oleh:
MADE LARAS SETYA DEWI
165090500111012

PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

METODE PREDIKSI TAK BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS PADA AREA KECIL UNTUK PENGELUARAN PER KAPITA PER KECAMATAN DI PROVINSI BALI

Oleh:
MADE LARAS SETYA DEWI
165090500111012

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
Pada tanggal 24 Februari 2020
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika dalam bidang Statistika

Dosen Pembimbing,

Luthfatul Amaliana, S.Si., M.Si
NIP. 199006272015042002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika
Fakultas MIPA
Universitas Brawijaya

Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIP. 19760328199932001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Made Laras Setya Dewi
NIM	: 165090500111012
Jurusan	: Statistika
Skripsi Berjudul	:

METODE PREDIKSI TAK BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS PADA AREA KECIL UNTUK PENGELUARAN PER KAPITA PER KECAMATAN DI PROVINSI BALI

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan segala kesadaran.

Malang, 24 Februari 2020
Yang menyatakan,

Made Laras Setya Dewi
NIM. 165090500111012

Metode Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Pada Area Kecil Untuk Pengeluaran Per Kapita Per Kecamatan Di Provinsi Bali

ABSTRAK

Pendugaan area kecil atau Small Area Estimation (SAE) merupakan suatu teknik statistika untuk menduga parameter-parameter sub populasi yang ukuran sampelnya kecil. SAE bertujuan untuk meningkatkan keakuratan penduga suatu parameter, dengan pendugaan tidak langsung. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode terbaik dari metode EBLUP dan SEBLUP dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode SAE terbaik dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali adalah metode EBLUP. Oleh karena model EBLUP lebih baik dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita di Provinsi Bali, maka dapat dikatakan bahwa rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali tidak memiliki pengaruh antar tetangganya.

Kata Kunci: Pendugaan Area Kecil, EBLUP, SEBLUP, Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita.

Emperical Best Linear Unbiased Prediction Method in Small Areas for Per Capita Expenditures Every District in Bali Province

ABSTRACT

Small Area Estimation (SAE) is a statistical technique for estimating sub-population parameters with small sample sizes. SAE aims to improve the accuracy of the estimator of a parameter, by indirect estimation. The data used in this study are secondary data. This study aims to determine the best method from the EBLUP and SEBLUP methods in estimating the average expenditure per capita per district in Bali Province. The results of this study indicate that the best SAE method in estimating the average expenditure per capita per district in Bali Province is the EBLUP method. Because the EBLUP model is better at estimating average per capita expenditure in the Province of Bali, it can be said that the average expenditure per capita per district in the Province of Bali does not influence its neighbors.

Keywords: Small Areas Estimation, EBLUP, SEBLUP, Average Expenditures Per Capita.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat-Nya sehingga Skripsi dengan judul "**Metode Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Pada Area Kecil Untuk Pengeluaran Per Kapita Per Kecamatan Di Provinsi Bali**" dapat diselesaikan. **P**enyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1) Luthfatul Amaliana, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan dan saran yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.
2) Dr. Eni Sumarminingsih, S.Si., M.M dan Dr. Ir. Atiek Iriany, MS selaku dosen penguji atas bimbingan dan saran yang diberikan.
3) Achmad Efendi, S.Si.,M.Sc.,Ph.D selaku Ketua Program Studi Sarjana Statistika Universitas Brawijaya.
4) Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku ketua jurusan Statistika Universitas Brawijaya
5) Dr. Ir. Solimun, MS. selaku ketua KKU.PSBM, Dr. Adji Achmad Rinaldo F., S.Si., M.Sc. selaku wakil ketua KKU.PSBM, Nurjannah, S.Si., Mphil, Ph.D selaku bendahara KKU.PSBM, Luthfatul Amaliana, S.Si., M.Si. selaku sekretaris KKU.PSBM, serta keluarga besar KKU.PSBM yang telah memberikan dukungan penuh selama proses penyusunan skripsi.
6) Seluruh staf dan karyawan Jurusan Statistika FMIPA Universitas Brawijaya Malang.
7) Bapak, mama, kakak, adik, dan keluarga yang telah memberikan banyak kasih sayang, dukungan, dan doa.
8) Teman-teman Statistika Angkatan 2016, khususnya Fenin, Aisyah, Devika, dan Rozaila atas dukungan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi perbaikan dan penyempurnaan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Malang, 24 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI ii
LEMBAR PERNYATAAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR LAMPIRAN xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 *Small Area Estimation* 5
2.2 Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris 6
2.3 Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial 8
2.4 Analisis Spasial 11
2.5 Matriks Pembobot Spasial 12
2.6 Pendugaan Parameter 15
2.7 Uji Normalitas Galat 16
2.8 Pengujian Hipotesis 16
2.9 Penelitian Terdahulu 17
BAB III METODE PENELITIAN 23
3.1 Data 23
3.2 Variabel Penelitian 23
3.2.1. Rata-Rata Pengeluaran Perkapita 23
3.2.2. Jumlah Penduduk 23
3.2.3. Jumlah Puskesmas 24
3.2.4. Jumlah SD Negeri 24
3.2.5. Keluarga Pengguna PLN 24
3.3 Metode Penelitian 25
3.4 Diagram Alir 26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **27**
4.1 Analisis Deskriptif 27
4.2 Model SAE Metode EBLUP 27
4.2.1. Uji Normalitas Pengaruh Acak 31
4.2.2. Model EBLUP 31
4.2.3. Uji Normalitas Galat 33
4.2.4. Uji Signifikansi Parameter ($\boldsymbol{\beta}$) 34
4.3 Model SAE Metode SEBLUP 35
4.3.1. Matriks Pembobot 36
4.3.2. Uji Normalitas Pengaruh Acak 38
4.3.3. Model SEBLUP 38
4.3.4. Uji Normalitas Galat 40
4.3.5. Uji Signifikansi Parameter ($\boldsymbol{\beta}$) 41
4.4 Perbandingan Metode EBLUP dan SEBLUP 41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN **45**
5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran 45
DAFTAR PUSTAKA **47**
LAMPIRAN **49**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Rook Contiguity* 13
Gambar 2.2 *Bishop Contiguity* 13
Gambar 2.3 *Queen Contiguity* 14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 26
Gambar 4.1 Perbandingan Hasil Dugaan Pengeluaran Per Kapita... 42
Gambar 4.2 Perbandingan MSE EBLUP dan SEBLUP.................... 43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Analisis Variansi Regresi Linier......................................16
Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu..17
Tabel 4.1. Statistik Deskriptif...27
Tabel 4.2. Data Hasil Standarisasi..28
Tabel 4.3. Hasil pendugaan koefisien regresi dengan Metode EBLUP 30
Tabel 4.4. Nilai Dugaan Pengaruh Acak dengan Metode EBLUP ...30
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak 31
Tabel 4.6. Nilai Dugaan Pengeluaran per Kapita pada Metode EBLUP 32
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak 34
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Signifikansi Parameter 34
Tabel 4.9. Hasil pendugaan koefisien regresi dengan Metode SEBLUP 36
Tabel 4.10. Nilai Dugaan Pengaruh Acak dengan Metode SEBLUP 37
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak 38
Tabel 4.12. Nilai Dugaan Pengeluaran per Kapita pada Metode SEBLUP 39
Tabel 4.13. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak 40
Tabel 4.14. Hasil Pengujian Signifikansi Parameter 41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita, Jumlah Penduduk, Jumlah Puskesmas, Jumlah SD Negeri, Jumlah Keluarga Pengguna PLN 49
Lampiran 2. Nilai Dugaan Pengeluaran Per Kapita Metode EBLUP dan SEBLUP Data Standarisasi 52
Lampiran 3. Matriks Pembobot *Queen Contiguity* 54
Lampiran 4. Nilai MSE Metode EBLUP dan SEBLUP 58
Lampiran 5. *Source Code* untuk Metode EBLUP dengan *software R 3.5.2* 60
Lampiran 6. *Source Code* uji normalitas pengaruh acak dan galat metode EBLUP dengan *software R 3.5.2* 65
Lampiran 7. *Source Code* untuk uji signifikansi parameter pada metode EBLUP dengan *software R 3.5.2* 66
Lampiran 8. *Source Code* untuk Metode SEBLUP dengan *software R 3.5.2* 67
Lampiran 9. *Source Code* uji normalitas pengaruh acak dan galat metode SEBLUP dengan *software R 3.5.2* 76
Lampiran 10. *Source Code* uji signifikansi parameter pada metode SEBLUP dengan *software R 3.5.2* 77

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) merupakan kegiatan survei untuk mengumpulkan informasi/data di bidang kependudukan, kesehatan, pendidikan, keluarga berencana, perumahan, serta konsumsi dan pengeluaran. Susenas didesain memiliki tiga modul yang dilaksanakan setiap tiga tahun sekali. Ketiga modul tersebut yaitu modul konsumsi/pengeluaran rumah tangga, modul sosial, budaya dan pendidikan, serta modul perumahan dan kesehatan (BPS, 2013). Berdasarkan modul konsumsi/pengeluaran rumah tangga dapat dilihat kesejahteraan masyarakat, salah satunya yaitu kemiskinan dalam suatu wilayah.

Pengukuran kemiskinan menurut BPS (2019) dilakukan menggunakan konsep kemampuan pemenuhan kebutuhan dasar. Pendekatan ini memandang kemiskinan sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Oleh karena itu, penduduk miskin merupakan penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan.

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk menanggulangi masalah tersebut, salah satunya yaitu dengan memprediksi wilayah-wilayah miskin hingga tingkat area kecil seperti kabupaten/kota, kecamatan, dan desa. Penerapan sistem sampel pada survei penduduk dalam area yang kecil menyebabkan objek survei menjadi terbatas. Keterbatasan objek survei menyebabkan pendugaan langsung tidak dapat menghasilkan dugaan yang teliti. Guna menghasilkan pendugaan yang lebih baik, maka dapat digunakan metode pendugaan tidak langsung pada area kecil (Rao, 2003).

Menurut Sidauruk, dkk. (2013) pendugaan pada area kecil (*small area estimation* / SAE) merupakan salah satu upaya untuk menekan ragam yang besar yaitu dengan menggunakan pendugaan tidak langsung dan memanfaatkan informasi dari area sekitarnya yang berhubungan dengan parameter. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pendugaan area kecil adalah *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) atau prediksi tak bias linier terbaik empiris.

Pendugaan menggunakan metode EBLUP pada data kontinu perlu dievaluasi karena penduga yang diperoleh pada area kecil merupakan penduga yang bias namun memiliki ragam yang minimum. Tujuan pendugaan metode EBLUP adalah untuk mendapatkan penduga yang efisien. Keakuratan penduga dapat diperoleh dengan mengukur *Mean Square Error* (MSE). Semakin kecil MSE suatu penduga maka penduga tersebut semakin akurat.

Metode-metode pada SAE merupakan penduga tak langsung, yaitu penduga yang diperoleh melalui pembobotan pada nilai variabel acak dari suatu area untuk meningkatkan efektifitas ukuran sampel dan meminimumkan keragaman. Keragaman dari suatu area dapat dipengaruhi daerah sekitarnya, sehingga efek spasial dapat dimasukkan ke dalam pengaruh acak. Efek spasial merupakan pengaruh yang terjadi antara satu area dengan area lainnya, yang berarti satu area dapat mempengaruhi area lainnya. Penduga EBLUP yang memperhatikan efek spasial dikenal dengan Spasial EBLUP (SEBLUP).

Nusrang, dkk. (2017) melakukan penelitian menggunakan data bangkitan yang menunjukkan bahwa pelanggaran homoskedastisitas pengaruh acak galat menyebabkan penduga EBLUP tidak optimum dan berbias, sehingga penduga SEBLUP akan memberi hasil dugaan yang lebih baik dibandingkan dengan penduga EBLUP. Penelitian lainnya oleh Mutualage (2012) mendukung hasil penelitian Nusrang yang menunjukkan bahwa metode SEBLUP lebih baik daripada EBLUP untuk menduga rata-rata pengeluaran per kapita desa/kelurahan di Kabupaten Jember. Namun, hasil penelitian Sidauruk, dkk. (2013) menunjukkan bahwa karakteristik parameter β

yang diperoleh dengan data bangkitan pada SAE merupakan penduga yang berbias. Akan tetapi, bias yang ditimbulkan sangat kecil dengan varians minimum, sehingga nilai duga parameter EBLUP yang dihasilkan cukup mendekati nilai parameter yang sebenarnya.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini dilakukan guna menduga kemiskinan berdasarkan rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali. Provinsi Bali dipilih karena Provinsi Bali merupakan provinsi dengan tingkat kemiskinan terendah kedua di Indonesia, dan Pulau Bali sendiri merupakan pulau termiskin kedua setelah pulau Maluku dan Papua. Oleh karena itu, dalam penelitian ini ingin diketahui penerapan metode EBLUP dan SEBLUP dalam menduga rata-rata pengeluaran perkapita per kecamatan di Provinsi Bali.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana model rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali menggunakan metode EBLUP dan SEBLUP?
2. Faktor-faktor apakah yang menentukan rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali?
3. Bagaimana perbandingan metode EBLUP dan SEBLUP dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali berdasarkan nilai MSE?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali menggunakan metode EBLUP dan SEBLUP.
2. Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali.
3. Membandingkan metode EBLUP dan SEBLUP dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali berdasarkan nilai MSE

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi mengenai rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali.
2. Dapat mengetahui faktor-faktor yang menentukan rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali.
3. Dapat menambah wawasan mengenai SAE pada metode EBLUP dan SEBLUP.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Metode SAE yang dibahas dalam penelitian ini adalah EBLUP dan SEBLUP pada *level area*.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini dijelaskan mengenai teori-teori yang berkaitan dengan analisis yang digunakan dalam penelitian ini.

2.1 *Small Area Estimation*

Small Area Estimation (SAE) merupakan suatu teknik statistika untuk menduga parameter-parameter sub populasi yang ukuran sampelnya kecil. Area kecil didefinisikan sebagai himpunan bagian dari populasi di mana suatu variabel menjadi perhatian. Area kecil tersebut dapat berupa kota, kabupaten, kecamatan dan desa/kelurahan. Pendugaan area kecil bertujuan untuk meningkatkan keakuratan penduga suatu parameter, dengan pendugaan tidak langsung. Pendugaan tidak langsung dapat dilakukan dengan memanfaatkan variabel-variabel tambahan dalam menduga parameter.

Pendugaan langsung yang digunakan untuk menduga parameter dari sampel yang berukuran kecil akan menghasilkan penduga yang tak bias namun memiliki ragam yang besar. Oleh sebab itu diperlukan metode lain yang dapat menangani masalah tersebut, yaitu dengan menggunakan pendugaan area kecil (Rao, 2003).

Secara garis besar, penggunaan model eksplisit dalam SAE dibagi menjadi dua kelompok, yaitu model berbasis *level area* dan model berbasis *level unit*. Perbedaan dari kedua model adalah penggunaan variabel pendukungnya di mana pada model *level area* ketersediaan data variabel pendukung hanya ada untuk tingkat *area* tertentu. Sedangkan pada model *level unit* variabel pendukung tersedia untuk masing-masing anggota populasi ke-*j* pada setiap area kecil ke-*i*.

Pada model berbasis *level area* diasumsikan bahwa variabel yang menjadi perhatian merupakan fungsi rata-rata dari variabel respon. Misalkan $\boldsymbol{x_i} = (x_{1i},\ x_{2i}, \dots, x_{pi})$ dengan parameter yang akan diduga yaitu θ_i yang merupakan fungsi rata-rata variabel respon dan diasumsikan mempunyai keterkaitan terhadap $\boldsymbol{x_i}$ dengan *i* merupakan *area* yang digunakan. Sehingga didapat model seperti pada persamaan (2.1).

$$y_i = \theta_i + e_i \text{ ; } i = 1, 2,\dots, m, \tag{2.1}$$

dengan

$$\theta_i = \boldsymbol{x_i\beta} + z_i \boldsymbol{v_i} \quad ; i = 1, 2, \dots, m, \tag{2.2}$$

$$\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)^T$$

Keterangan:

$\boldsymbol{\beta}$: Vektor dari koefisien regresi berukuran $p \times 1$.

z_i : Konstanta bernilai positif.

$\boldsymbol{v_i}$: Efek acak daerah yang bersifat identik dan independen di mana $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$.

e_i : *Error* dari pemilihan daerah sampel, dimana $e \sim N(0, \sigma_e^2)$ dan σ_e^2 diketahui.

m : banyaknya *area* kecil.

Berdasarkan persamaan (2.1) dan (2.2) maka akan didapatkan persamaan (2.3).

$$y_i = \boldsymbol{x_i\beta} + z_i \boldsymbol{v_i} + e_i \quad ; i = 1,2,\dots, m, \tag{2.3}$$

dengan asumsi v_i dan e_i saling bebas (Rao, 2003).

2.2 Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris

Menurut Rao (2003) Prediksi Tak Bias Linier Terbaik atau BLUP merupakan suatu pendugaan parameter yang meminimumkan *mean square error* (MSE) diantara kelas-kelas pendugaan parameter linier tak bias lainnya. BLUP dihasilkan dengan mengasumsikan bahwa komponen ragam telah diketahui. Namun pada praktiknya, komponen ragam tidak diketahui sehingga diperlukan pendugaan terhadap komponen ragam tersebut melalui data sampel. Metode Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris atau EBLUP dapat digunakan dengan mensubstitusikan komponen ragam yang tidak diketahui tersebut melalui nilai penduganya.

Model dasar dalam pengembangan pendugaan area kecil didasarkan pada bentuk model linier campuran yang dapat dilihat pada persamaan (2.4).

$$y_i = \theta_i + e_i = \boldsymbol{x_i\beta} + v_i + e_i \quad ; i=1,2,\ldots,m. \tag{2.4}$$

Keterangan:

y_i : penduga langsung berdasarkan rancangan survei.

$\boldsymbol{x_i}$: variabel yang memiliki pengaruh langsung terhadap variabel yang akan diduga.

$\boldsymbol{\beta}$: pengaruh tetap.

v_i : pengaruh acak area kecil dengan asumsi $\boldsymbol{v_i} \sim N(0, \sigma_v^2)$

e_i : *sampling error* yang tidak terobservasi dengan asumsi $e_i \sim N(0, \sigma_e^2)$.

Pendugaan komposit merupakan rata-rata terboboti dari pendugaan langsung (y_i), dan pendugaan sintetik (θ). Bentuk penduga komposit dapat dilihat pada persamaan (2.5).

$$\begin{aligned}\hat{y}_i^C &= \phi_i y_i + (1-\phi_i)\theta \; ; i = 1,2,\ldots,m \\ &= \phi_i y_i + (1-\phi_i)\boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}\end{aligned} \tag{2.5}$$

ϕ_i merupakan bobot yang dipilih, dengan $0 \leq \phi_i \leq 1$ dan m menunjukkan banyaknya area kecil.

Berdasarkan penduga komposit pada persamaan (2.5), dapat dibentuk penduga BLUP seperti pada persamaan (2.6)

$$\begin{aligned}(\hat{y}_i)^{BLUP} &= \phi_i y_i + (1-\phi_i)\boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}} \\ &= \phi_i y_i - \phi_i \boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}} + \boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}} \\ &= \boldsymbol{x_i}^{\boldsymbol{T}}\widehat{\boldsymbol{\beta}} + \phi_i\left(y_i - \boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}\right)\end{aligned} \tag{2.6}$$

dengan

$$\phi_i = \frac{\sigma_v^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_e^2)}$$

Penduga BLUP pada persamaan (2.6) bergantung pada komponen ragam σ_v^2 yang pada praktiknya tidak diketahui nilainya. Oleh karena itu, $\hat{\sigma}_v^2$ disubstitusikan ke σ_v^2 pada persamaan (2.6) sehingga didapatkan penduga EBLUP bagi $\theta_i = \boldsymbol{x_i\beta} + \hat{v}_i$ seperti pada persamaan (2.7).

$$(\hat{y}_i)^{EBLUP} = \boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}} + \phi_i(y_i - \boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}})$$
$$= \boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}} + \frac{\hat{\sigma}_v^2}{(\hat{\sigma}_v^2+\sigma_e^2)}(y_i - \boldsymbol{x_i}\widehat{\boldsymbol{\beta}}) \quad (2.7)$$

Menurut Prasad dan Rao (1990), misalkan θ merupakan suatu parameter dan y_i merupakan penduga parameter θ. Dalam mengetahui seberapa baik penduga EBLUP, maka dicari nilai MSE EBLUP seperti pada persamaan (2.8).

$$MSE[(\hat{y}_i)^{EBLUP}] = E[(\hat{y}_i)^{EBLUP} - y_i]^{`2}$$
$$= MSE[(\hat{y}_i)^{BLUP}] +$$
$$E[(\hat{y}_i)^{EBLUP} - (\hat{y}_i)^{BLUP}]^2 \quad (2.8)$$

Keterangan:
$MSE[(\hat{y}_i)^{BLUP}]$ merupakan bentuk dari MSE BLUP.

$E[(\hat{y}_i)^{EBLUP} - (\hat{y}_i)^{BLUP}]^2$ merupakan bias antara penduga EBLUP dan BLUP.

2.3 Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial

Rao (2003) memperkenalkan model SAE metode EBLUP yang memasukkan korelasi spasial antar area dengan mengasumsikan bahwa ketergantungan spasial mengikuti proses *conditional autregressive* (CAR) yang diperkenalkan oleh Cressie. Kemudian Pratesi dan Salvati (2008) mengembangkan model SAE tersebut dengan mengasumsikan bahwa ketergantungan spasial yang dimasukkan ke dalam komponen error dari faktor acak mengikuti proses *simultan autoregressive* (SAR). Dengan memasukkan struktur spasial dalam model EBLUP maka metode estimasi dalam SAE menjadi Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial atau SEBLUP.

Didefinisikan vektor $\boldsymbol{y} = (y_1, \dots, y_m)^T$, $\boldsymbol{v} = (v_1, \dots, v_m)^T$ dan $\boldsymbol{e} = (e_1, \dots, e_m)^T$, serta $\boldsymbol{X} = (x_1^T, \dots, x_m^T)^T$ dan $\boldsymbol{Z} = diag(z_1, \dots, z_m)$. Berdasarkan definisi vektor dan matriks tersebut, maka persamaan (2.3) dapat dituliskan seperti pada persamaan (2.9).

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{Zv} + \boldsymbol{e} \tag{2.9}$$

Keterangan:

$\boldsymbol{y}$: vektor penduga parameter dari variabel respon.

$\boldsymbol{X}$: matriks *full rank* yang berukuran $m \times p$ dari variabel penyerta yang elemen-elemennya diketahui.

$\boldsymbol{\beta}$: vektor parameter regresi bersifat *fixed* berukuran $p \times 1$ yang tidak diketahui.

$\boldsymbol{Z}$: matriks berukuran $m \times m$ yang diketahui dan nilainya positif konstan.

$\boldsymbol{v}$: vektor pengaruh acak area.

$\boldsymbol{e}$: vektor *error* sampel.

Apabila korelasi spasial dipertimbangkan di dalam model, maka vektor pengaruh acak area *v* memenuhi persamaan (2.10)

$$\begin{aligned} \boldsymbol{v} &= \rho \boldsymbol{Wv} + \boldsymbol{u} \\ &= (\boldsymbol{I} - \rho \boldsymbol{W})^{-1} \boldsymbol{u} \end{aligned} \tag{2.10}$$

Keterangan:

$\boldsymbol{u}$: vektor *error* independen berukuran $m \times 1$ dengan rata-rata 0 dan ragam σ_u^2.

$\boldsymbol{I}$: matriks identitas berukuran $m \times m$.

$\boldsymbol{W}$: matriks pembobot spasial berukuran $m \times m$.

ρ : koefisien spasial autoregresif yang menunjukkan kekuatan dari hubungan spasial antar pengaruh acak $(-1 < \rho < 1)$.

Dengan memasukkan persamaan (2.10) ke dalam persamaan (2.9) maka akan diperoleh persamaan (2.11).

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{Z}((\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})^{-1}\boldsymbol{u}) + \boldsymbol{e} \qquad (2.11)$$

Error **v** mempunyai matriks kovarians berukuran $m \times m$ yaitu:

$$\mathbf{G} = \sigma_u^2[(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})^T]^{-1}$$

Sedangkan $\boldsymbol{e}$ mempunyai matriks kovarians yang juga berukuran $m \times m$, yaitu:

$$\boldsymbol{E} = \boldsymbol{\sigma^2} = diag(\sigma_e^2)$$

Sehingga matriks kovarians dari y adalah:

$$\begin{aligned}\boldsymbol{V} &= \boldsymbol{E} + \boldsymbol{ZGZ^T}\\ &= diag(\sigma_e^2) + \boldsymbol{Z}\boldsymbol{\sigma_u^2}[(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})^T]^{-1}\boldsymbol{Z^T}\end{aligned}$$

Penduga untuk parameter y_i dengan σ_u^2, σ_e^2 dan ρ pada *Spatial Best Linier Unbiased Predictor* (SBLUP) dapat dilihat pada persamaan (2.12).

$$\begin{aligned}\hat{y}_i^{SBLUP} &= \boldsymbol{x_i}\boldsymbol{\hat{\beta}} + \boldsymbol{b_i^T}\{\sigma_u^2[(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})^T]^{-1}\}\boldsymbol{Z^T} \times\\ &\quad \{diag(\sigma_e^2) + \boldsymbol{Z}\boldsymbol{\sigma_u^2}[(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})(\boldsymbol{I} - \rho\boldsymbol{W})^T]^{-1}\boldsymbol{Z^T}\}^{\boldsymbol{-1}}\\ &\quad (\boldsymbol{\tilde{\theta}} - \boldsymbol{X\hat{\beta}}) \qquad (2.12)\end{aligned}$$

dengan:

$\boldsymbol{\hat{\beta}} = (\boldsymbol{X^T V^{-1} X})^{-1}\boldsymbol{X^T V^{-1}}\hat{\theta}$

$\boldsymbol{b_i^T} = (0, 0, \ldots, 0, 1, 0, \ldots, 0)$

$\boldsymbol{b_i^T}$ merupakan vektor berukuran $1 \times n$ dengan 1 menunjuk pada area ke-i.

Penduga SBLUP tersebut diperoleh dengan memasukkan matriks kovarians pada persamaan (2.12) ke dalam penduga BLUP. Spasial BLUP akan sama dengan BLUP apabila $\rho = 0$.

Penduga untuk $\hat{y}_i^{SBLUP}$ bergantung pada ρ dan ragam σ_u^2 yang nilainya tidak diketahui. Dengan mengganti penduga parameternya yaitu $(\hat{\sigma}_u^2, \hat{\rho})$, didapatkan penduga untuk y_i pada model SEBLUP, dapat dilihat pada persamaan (2.13).

$$\hat{y}_i^{SEBLUP} = \boldsymbol{x_i}\boldsymbol{\hat{\beta}} + \boldsymbol{b_i^T}\{\hat{\sigma}_u^2[(\boldsymbol{I} - \hat{\rho}\boldsymbol{W})(\boldsymbol{I} - \hat{\rho}\boldsymbol{W})^T]^{-1}\}\boldsymbol{Z^T} \times \left\{diag(\hat{\sigma}_e^2) + \boldsymbol{Z}\boldsymbol{\hat{\sigma}_u^2}[(\boldsymbol{I} - \hat{\rho}\boldsymbol{W})(\boldsymbol{I} - \hat{\rho}\boldsymbol{W})^T]^{-1}\boldsymbol{Z^T}\right\}^{-1} (\boldsymbol{\tilde{\theta}} - \boldsymbol{X}\boldsymbol{\hat{\beta}}) \quad (2.13)$$

dengan:

$\boldsymbol{b_i^T}$: vektor berukuran $1 \times n$ $(0, 0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$ dengan 1 menunjuk pada area ke-i.

$MSE\left[\hat{y}_i^{SEBLUP}\right]$ untuk model SEBLUP dengan pengaruh acak berdistribusi normal dapat dilihat pada persamaan (2.14).

$$MSE\left[\hat{y}_i^{SEBLUP}\right] = MSE\left[\hat{y}_i^{SBLUP}\right] + E\left[\hat{y}_i^{SEBLUP} - \hat{y}_i^{SBLUP}\right]^2 \quad (2.14)$$

Nilai harapan dari $E\left[\hat{y}_i^{SEBLUP}\right]$ adalah *finite*. Penduga tersebut tidak bias untuk θ dan $\hat{\sigma}_u^2, \hat{\rho}$ merupakan penduga yang invarian dari σ_u^2, ρ.

2.4 Analisis Spasial

Menurut Fischer (2006), analisis spasial berkaitan dengan geografi, terutama geografi kuantitatif, termasuk ekologi, transportasi dan studi perkotaan. Masalah dari analisis spasial terdiri dari dua bagian terkait yaitu masalah skala dan masalah zonasi. Dalam Anselin (2009), hukum pertama tentang geografi dikemukakan oleh W Tobler yang mengemukakan bahwa segala sesuatu saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tetapi sesuatu yang dekat akan lebih mempunyai pengaruh daripada sesuatu yang jauh.

Menurut Briassoulis, dkk. (2018), analisis spasial dibedakan menurut pendekatan metodologis yang sesuai dengan metode dan teknik yang digunakan dan untuk memecahkan masalah tergantung pada sifat masalah dan tujuan analisis seperti model interaksi spasial, model optimasi spasial, spasial (geospasial) statistik, spasial ekonometrika, Geo-komputasi, dan simulasi spasial.

2.5 Matriks Pembobot Spasial

Menurut Lee dan Wong (2001), matriks ketetanggaan (*contiguity matrix*) adalah matriks yang menggambarkan hubungan atau kedekatan antar daerah. Jika daerah *i* saling berdekatan maupun berbatasan langsung dengan daerah *j*, maka unsur (*i*,*j*) diberi nilai 1. Jika daerah *i* tidak saling berdekatan maupun berbatasan langsung dengan daerah *j*, maka unsur (*i*,*j*) diberi nilai 0. *Contiguity Matrix* dinotasikan dengan **C**.

Bentuk umum *Contiguity Matrix* dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

Dengan notasi baris ke-*i* seperti pada persamaan (2.15).

$$c_{i.} = \sum_{j=1}^{n} c_{ij} \tag{2.15}$$

dengan:

C : *contiguity matrix* dengan dimensi $n \times n$.

$c_{i.}$: total nilai baris *contiguity matrix* ke-*i*.

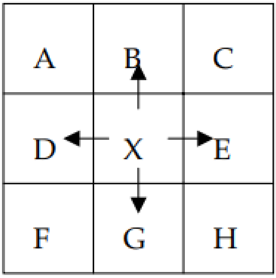
c_{ij} : nilai *contiguity matrix* pada baris ke-i kolom ke-*j*.

n : banyaknya *area*.

Contiguity matrix memiliki sisi (*grid*) ketetanggaan yaitu:

1. *Rook Contiguity*

Daerah pengamatan ditentukan berdasarkan sisi yang saling bersinggungan dan sudutnya tidak diperhitungkan, dapat dilihat pada Gambar 2.1.

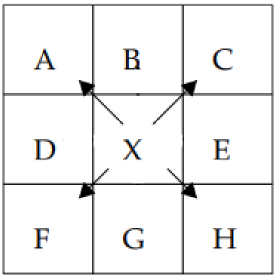


Gambar 2.1 *Rook Contiguity*
Sumber: Lee dan Wong (2001).

Dari Gambar 2.1, dapat dinyatakan bahwa unit B, D, E, dan G merupakan tetangga dari unit X.

2. *Bishop Contiguity*

Daerah pengamatan ditentukan berdasarkan sudut yang saling bersinggungan dan sisinya tidak diperhitungkan, dapat dilihat pada Gambar 2.2.

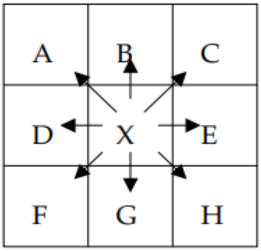


Gambar 2.2 *Bishop Contiguity*
Sumber: Lee dan Wong (2001).

Dari Gambar 2.2, dapat dinyatakan bahwa unit A, C, F, dan H merupakan tetangga dari unit X.

3. *Queen Contiguity*

Daerah pengamatan ditentukan berdasarkan sisi yang saling bersinggungan dan sudutnya juga diperhitungkan, dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Queen Contiguity*

Sumber: Lee dan Wong (2001).

Dari Gambar 2.3, dapat dinyatakan bahwa unit A, B, C, D, E, F, G, dan H merupakan tetangga dari unit X.

Matriks pembobot spasial disimbolkan dengan $\boldsymbol{W}$. Dalam menghitung matriks pembobot spasial diperlukan *Contiguity Matrix* yang terstandarisasi dengan tujuan untuk mendapatkan jumlah baris yang seragam, yaitu jumlah barisnya sama dengan satu sehingga dapat ditulis seperti pada persamaan (2.16).

$$\sum_{i=1}^{n} w_{i.} = 1 \qquad (2.16)$$

Matriks pembobot spasial diilustrasikan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Elemen dari matriks pembobot spasial baris ke-*i* kolom ke-*j* didapatkan seperti pada persamaan (2.17).

$$w_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_{i.}} \qquad (2.17)$$

dengan:
$\boldsymbol{W}$: matriks pembobot spasial dengan dimensi $n \times n$.
$w_{i.}$: total nilai matriks pembobot spasial baris ke-i.
w_{ij} : nilai matriks pembobot spasial pada baris ke-i kolom ke-j.
n : banyaknya *area*.

2.6 Pendugaan Parameter

Setelah membentuk model, selanjutnya dilakukan pendugaan parameter. Hasil pendugaan parameter merupakan koefisien regresi yang menunjukkan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon. Henderson (1984) menyatakan bahwa pendugaan parameter pada *linier mixed model* didapatkan menggunakan metode *Generalized Least Square* (GLS) dengan cara meminimumkan $\boldsymbol{e}^T\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{e}$. Pendugaan parameter $\boldsymbol{\beta}$ dengan menggunakan metode GLS dapat dilihat pada persamaan (2.18).

$$\begin{aligned}\boldsymbol{e}^T\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{e} &= (\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X\beta})^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X\beta})\\ &= [\boldsymbol{y}^T\boldsymbol{V}^{-1}-(\boldsymbol{X\beta})^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}](\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X\beta})\\ &= \boldsymbol{y}^T\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y}-(\boldsymbol{X\beta})^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y}-\boldsymbol{y}^T\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{X\beta}+(\boldsymbol{X\beta})^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{X\beta}\\ &= \boldsymbol{y}^T\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y}-2(\boldsymbol{X\beta})^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y}+(\boldsymbol{X\beta})^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{X\beta} \qquad (2.18)\end{aligned}$$

Persamaan (2.18) dapat diselesaikan dengan menurunkan $\boldsymbol{e}^T\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{e}$ terhadap $\boldsymbol{\beta}$, kemudian disamakan dengan 0 dan dapat dilihat pada persamaan (2.19).

$$\begin{aligned}\frac{\partial \boldsymbol{e}^T\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{e}}{\partial \boldsymbol{\beta}} &= 0\\ -2\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y}+2\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}} &= 0\\ -\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y}+\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}} &= 0\\ \boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{X}\widehat{\boldsymbol{\beta}} &= \boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y}\\ \widehat{\boldsymbol{\beta}} &= \left(\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{X}\right)\boldsymbol{X}^{\boldsymbol{T}}\boldsymbol{V}^{-1}\boldsymbol{y} \qquad (2.19)\end{aligned}$$

2.7 Uji Normalitas Galat

Uji normalitas galat dilakukan untuk mengetahui sebaran galat dalam mendeskripsikan data, Salah satu uji normalitas adalah uji Anderson Darling. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa uji ini lebih sensitive dalam mendeteksi penyimpangan terhadap distribusi normal dibandingkan uji normalitas lainnya (Nasrum, 2018). Hipotesis yang digunakan dalam uji Anderson Darling adalah:

H_0 : $e \sim N(0, \sigma_e^2)$ (galat menyebar normal) vs

H_1 : $e \nsim N(0, \sigma_e^2)$ (galat tidak menyebar normal)

Statistik uji Anderson Darling dapat dilihat pada persamaan (2.20).

$$A = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)\,[\ln F(X_i) + \{1 - \ln F(X_{x+1-i})\}] \quad (2.20)$$

Dengan $F(X_i)$ adalah fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi tertentu dan *n* adalah banyaknya sampel yang akan diuji.

Kriteria pengambilan keputusan yaitu galat dikatakan menyebar normal apabila $A > A_{tabel}$ atau *p-value* ≤ α (Terima H_0). Jika sebaliknya, maka H_0 ditolak yang berarti galat tidak menyebar normal.

2.8 Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter dari variabel respon terhadap variabel prediktor dengan membandingkan statistik uji *t* dengan t_{tabel} atau membandingkan *p-value* dengan nilai α. Dalam melakukan uji *t*, perlu dilakukan perhitungan untuk analisis variansi pada regresi linier yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Analisis Variansi Regresi Linier

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah
Regresi	*p*	$JKR = \frac{(S_{XY})^2}{S_{XX}}$	$KTR = \frac{JKR}{p}$
Galat	*n-p-1*	$JKG = S_{YY} - \left(\frac{(S_{XY})^2}{S_{XX}}\right)$	$KTG = \frac{JKR}{n-p-1}$
Total	*n-1*	$JKT = S_{YY}$	

Keterangan:

$$S_{XY} = \sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \frac{(\sum X_i)(\sum Y_i)}{n}$$

$$S_{XX} = \sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^{n} {X_i}^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}$$

$$S_{YY} = \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^{n} {Y_i}^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}$$

Hipotesis yang digunakan dalam uji-*t* ini adalah:

H_0 : $\beta_i = 0$ (variabel tidak memiliki pengaruh signifikan) vs

H_1 : $\beta_i \neq 0$ (variabel memiliki pengaruh signifikan)

Statistik uji-*t* dapat dilihat pada persamaan (2.19).

$$t_{(n-p)} = \frac{\hat{\beta}-\beta_i}{SE(\hat{\beta})} = \frac{\hat{\beta}-0}{\sqrt{MSE/S_{XX}}} \tag{2.21}$$

Kriteria pengambilan keputusan yaitu H_0 ditolak apabila $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ atau *p-value* ≤ α yang berarti variabel prediktor berpengaruh secara parsial terhadap variabel respon. Jika sebaliknya, maka H_0 diterima yang berarti variabel prediktor tidak berpengaruh secara parsial terhadap variabel respon.

2.9 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa hasil dari penelitian terdahulu terkait metode EBLUP dan SEBLUP.

Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Hasil
1.	Setyawan (2016)	*Small Area Estimation* Metode *Spatial Emprical Best Linier*	a) Hasil pendugaan metode SEBLUP menunjukkan bahwa ada sebanyak 58.07% wanita usia subur yang

Tabel 2.2. (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Hasil
		Unbiased Predictor untuk Estimasi Persentase Wanita Usia Subur dengan Fertilitas Tinggi di Kabupaten Mamuju dan Mamuju Tengah	mempunyai fertilitas tinggi di Kabupaten Mamuju, sedangkan di Kabupaten Mamuju Tengah ada sebanyak 55.06%. b) Pendugaan menggunakan metode SEBLUP prosedur REML menunjukkan bahwa Kecamatan Kalumpang di Kabupaten Mamuju dan Kecamatan Topoyo di Kabupaten Mamuju Tengah merupakan kecamatan yang memiliki desa-desa dengan persentase wanita subur berfertilitas tinggi yang paling banyak. c) Pendugaan menggunakan metode SEBLUP REML lebih baik dalam melakukan pendugaan persentase wanita usia subur dengan fertilitas tinggi dibandingkan pendugaan langsung dan metode SEBLUP ML.

Tabel 2.2. (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Hasil
2.	Sidauruk, dkk (2013)	Karakteristik Pendugaan *Emperical Best Linier Unbiased Prediction* (EBLUP) pada Penduga Area Kecil	a) Penelitian dengan menggunakan data bangkitan memperoleh hasil bahwa karakteristik parameter $\hat{\beta}$ yang diperoleh pada SAE merupakan penduga yang berbias namun bias yang ditimbulkan sangat kecil dengan varians minimum. b) MSE dari parameter $\hat{\theta}^{EBLUP}$ yang dihasilkan cukup kecil dengan menggunakan EBLUP pada penduga area kecil artinya nilai duga parameter $\hat{\theta}^{EBLUP}$ cukup mendekati nilai parameter θ yang sebenarnya.
3.	Nusrang, dkk (2017)	Spatial EBLUP dalam Pendugaan Area Kecil	a) Penelitian dengan menggunakan data bangkitan memperoleh hasil bahwa pelanggaran homoskedastisitas pengaruh acak galat area akan menyebabkan penduga EBLUP menjadi tidak optimum dan berbias.

Tabel 2.2. (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Hasil
			b) Dalam mengatasi masalah tersebut maka perlu memasukkan informasi pengaruh spasial ke dalam model yang dikenal dengan penduga SEBLUP. Penduga SEBLUP akan memberikan hasil dugaan yang lebih baik dibandingkan dengan penduga EBLUP apabila autokorelasi antar area semakin kuat.
4.	Mutualage (2012)	Metode Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial pada Area Kecil untuk Pendugaan Pengeluaran Per Kapita	a) Pengeluaran per kapita tiap desa di Kabupaten Jember yang diperoleh dengan penduga EBLUP lebih beragam bila dibandingkan dengan pengeluaran per kapita yang dihasilkan dengan penduga SEBLUP. b) Metode SEBLUP lebih baik digunakan untuk menduga rata-rata pengeluaran per kapita desa/kelurahan di Kabupaten Jember dengan variabel penyertanya

Tabel 2.2. (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Hasil
			dibandingkan dengan penduga langsung dan nilai EBLUP.
5.	Darsyah (2013)	*Small Area Estimation* terhadap Pengeluaran Per Kapita di Kabupaten Sumenep dengan Pendekatan Nonparametrik	a) Pendugaan tak langsung dengan pendekatan SAE *Kernel-Bootstrap* dapat memberikan hasil pendugaan yang lebih presisi dan akurat disbanding pendugaan langsung yang bias dilihat dari nilai RRMSE yang dihasilkan masing-masing pendugaan. Di samping itu SAE sangat efektif untuk ukuran sampel yang kecil dimana dapat menurunkan *error* dan variannya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari BPS tahun 2018. Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rata-rata pengeluaran per kapita yang bersumber dari Bali Dalam Angka 2018. Sedangkan variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jumlah penduduk, jumlah puskesmas, rasio SD Negeri, dan keluarga pengguna PLN. Populasi dalam penelitian ini adalah 54 kecamatan di Provinsi Bali.

3.2 Variabel Penelitian

Definisi operasional dari masing-masing variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1. Rata-Rata Pengeluaran Perkapita

Menurut BPS (2019) rata-rata pengeluaran per kapita per bulan merupakan acuan dalam mengukur kemiskinan. Pengeluaran per kapita menunjukkan besarnya pengeluaran setiap anggota rumah tangga dalam kurun waktu satu bulan. Perhitungan pengeluaran per kapita dapat dilihat pada persamaan (3.1).

$$y = \frac{p}{q} \tag{3.1}$$

Keterangan:
y : pengeluaran per kapita (Rupiah/orang).
p : pengeluaran rumah tangga sebulan (Rupiah).
q : jumlah anggota rumah tangga (orang).

3.2.2. Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk berpengaruh secara signifikan terhadap pengeluaran per kapita di Kabupaten Bangkalan (Satriya dan Iriawan, 2015). Penduduk dapat didefinisikan sebagai orang yang tinggal di suatu daerah dan secara hukum berhak tinggal di daerah tersebut. Dalam penelitian ini, jumlah penduduk yang dimaksud adalah jumlah penduduk per kecamatan di Provinsi Bali.

3.2.3. Jumlah Puskesmas

Menurut Hasbi (2012) puskesmas adalah bentuk pelayanan kesehatan yang ditujukan untuk menghentikan proses perjalanan suatu penyakit yang diderita oleh seseorang hingga penderitaannya dapat dihilangkan. Dalam penelitian ini, digunakan data jumlah puskesmas per kecamatan di Provinsi Bali. Penelitian Pertiwi dan Iriawan (2012) menunjukkan bahwa jumlah puskesmas berpengaruh secara signifikan terhadap pengeluaran per kapita per kabupaten di Kalimantan Barat.

3.2.4. Jumlah SD Negeri

Menurut Taufiq (2014) sekolah dasar (SD) merupakan satuan lembaga sosial yang diberi amanah spesifik oleh masyarakat untuk menyelenggarakan pendidikan dasar penggalan pertama selama enam tahun untuk dilanjutkan pada penggalan pendidikan dasar kedua selama tiga tahun di SLTP atau satuan pendidikan yang sederajat. Dalam penelitian ini, digunakan data jumlah SD negeri per kecamatan di Provinsi Bali. Penelitian Pertiwi dan Iriawan (2012) menunjukkan bahwa jumlah SD Negeri berpengaruh secara signifikan terhadap pengeluaran per kapita per kabupaten di Kalimantan Barat.

3.2.5. Keluarga Pengguna PLN

Keluarga pengguna Perusahaan Listrik Negara (PLN) berpengaruh secara signifikan terhadap pengeluaran per kapita per kabupaten di Bangkalan (Satriya dan Iriawan, 2015). Pengguna PLN merupakan keluarga atau rumah tangga yang menggunakan listrik PLN sebagai sumber penerangan dalam rumahnya. Dalam penelitian ini, keluarga pengguna PLN yang dimaksud adalah pengguna listrik PLN per kecamatan di Provinsi Bali.

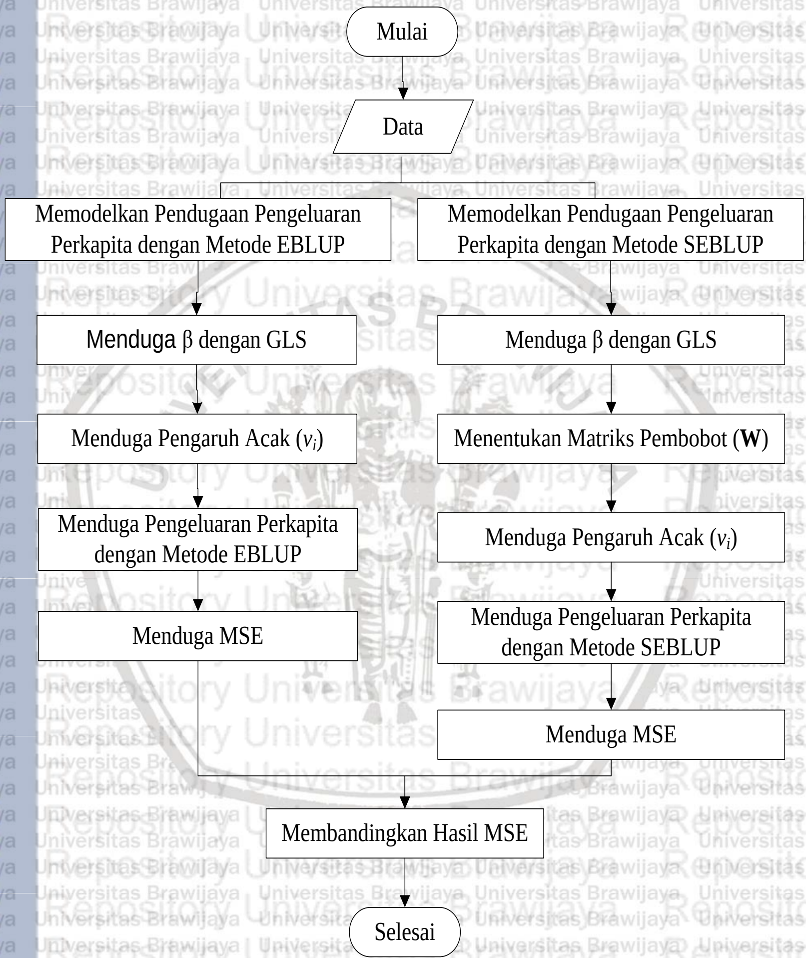
3.3 Metode Penelitian

Data yang berasal dari BPS merupakan data mentah yang tidak dapat langsung digunakan. Oleh karena itu, terdapat beberapa tahap pengolahan data dengan metode EBLUP dan SEBLUP. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan data sebagai penduga langsung. Penduga langsung dalam penelitian ini adalah rata-rata pengeluaran per kapita kecamatan di Provinsi Bali.
2. Mempersiapkan data yang digunakan sebagai variabel prediktor, dengan memilih data jumlah penduduk, jumlah puskesmas, jumlah SD Negeri, dan keluarga pengguna PLN data Bali Dalam Angka 2018.
3. Mempersiapkan matriks pembobot spasial (**W**). Matriks ini berisi nilai 0 dan 1. Matriks **W** ini kemudian dibakukan secara baris menggunakan persamaan (2.21) sehingga diperoleh jumlah setiap baris **W** yang baru, yaitu **W***, bernilai 1.
4. Melakukan pendugaan koefisien regresi ($\hat{\beta}$) dengan GLS pada Metode EBLUP dan SEBLUP.
5. Melakukan pendugaan pengaruh acak (v_i) dengan GLS pada Metode EBLUP dan SEBLUP.
6. Melakukan pendugaan pengeluaran per kapita dengan metode EBLUP dan SEBLUP untuk kecamatan-kecamatan di Provinsi Bali.
7. Melakukan pendugaan MSE dengan metode EBLUP dan SEBLUP untuk masing-masing kecamatan.
8. Membandingkan hasil MSE yang diperoleh dari tahap ke 7 pada metode EBLUP dengan metode SEBLUP.

3.4 Diagram Alir

Berdasarkan tahap-tahap pengolahan data pada subbab 3.3, dapat digambarkan diagram alir seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berupa data pengeluaran per kapita, jumlah penduduk, jumlah puskesmas, jumlah SD Negeri, dan keluarga pengguna PLN yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Penelitian ini menggunakan pengamatan berupa kecamatan yaitu 54 kecamatan di Provinsi Bali pada Tahun 2018. Berikut hasil analisis deskriptif untuk rata-rata pengeluaran per kapita yang tersaji pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Statistik Deskriptif

Variabel	Minimum	Maksimum	Rata-Rata
Rata-rata pengeluaran per kapita	104,257	6,476,787	1,403,789

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa rata-rata pengeluaran per kapita terendah adalah sebesar Rp 104,257 yaitu pada Kecamatan Marga, sementara rata-rata pengeluaran per kapita tertinggi adalah sebesar Rp 6,476,787 yaitu Kecamatan Denpasar Selatan.

4.2 Model SAE Metode EBLUP

Metode EBLUP merupakan salah satu metode pendugaan tidak langsung yang dapat digunakan untuk menduga pengeluaran per kapita berdasarkan kecamatan di Provinsi Bali. Model EBLUP dalam penelitian ini dapat dituliskan seperti persamaan (4.1).

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{v} + \boldsymbol{e} \qquad (4.1)$$

dengan $\boldsymbol{y}$ adalah vektor pengeluaran per kapita kecamatan yang dihasilkan dengan metode pendugaan langsung berukuran 54×1, $\boldsymbol{X}$ adalah matriks dari variabel prediktor yang berukuran 54×4, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor koefisien regresi yang berukuran 4×1, $\boldsymbol{v}$ adalah vektor pengaruh acak area yang berukuran 54×1, serta $\boldsymbol{e}$ adalah vektor galat sampel yang berukuran 54×1.

Sebelum melakukan pendugaan terhadap pengeluaran per kapita kecamatan dengan metode EBLUP, terlebih dahulu dilakukan pendugaan terhadap koefisien regresi ($\widehat{\boldsymbol{\beta}}$) dan pengaruh acak ($\boldsymbol{v}$). Hasil pendugaan tersebut kemudian digunakan dalam menduga pengeluaran per kapita kecamatan di Provinsi Bali. Mengingat satuan dari masing-masing variabel berbeda, maka perlu dilakukan standarisasi sehingga data hasil standarisasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Hasil Standarisasi

ZY	ZX_1	ZX_2	ZX_3	ZX_4
1.4077	0.4319	1.3049	1.8579	1.7414
-0.5621	-1.0955	-1.3542	-1.5714	-1.6587
1.8548	0.7785	-0.9110	-0.0561	2.0799
1.0710	0.1708	-1.1326	-1.1726	0.7991
2.0498	0.9297	2.8561	2.4161	2.3242
-0.1357	-0.7649	0.6402	-1.0929	-0.6488
0.5712	-0.3723	0.4186	-0.6144	0.3294
1.8472	0.4843	2.6345	-0.6941	0.6557
0.3890	-0.4946	0.4186	-0.8536	-0.2660
0.0999	-0.6887	0.4186	-0.9334	-0.5772
0.0391	0.0494	-0.2462	1.4591	0.2781
0.8989	1.3222	0.1970	0.5021	3.7188
-0.3798	-0.5707	-0.0246	0.4224	-0.5188
0.1941	0.2788	-0.9110	0.2629	0.8727
-0.1836	-0.2802	0.4186	0.5021	-0.1514
-0.1179	-0.1829	-0.4678	-1.2524	0.1510
0.0432	0.0555	-0.2462	0.7414	1.7624
0.1034	0.1447	0.8618	1.3794	0.4261
-0.2022	-0.3078	-0.0246	0.5021	-0.1743
2.9278	3.8411	-2.0190	0.1831	0.4892
3.3382	4.3969	-1.5758	0.1831	0.5233
1.3445	1.6964	-2.0190	-0.2954	-0.0045

Tabel 4.2. (Lanjutan)

ZY	ZX_1	ZX_2	ZX_3	ZX_4
-0.5709	0.0226	-0.4678	-0.0561	0.2674
-0.5884	0.4599	1.3049	1.2199	0.9771
-0.2723	-0.5305	0.1970	-0.6144	-0.5263
1.8055	1.0390	0.6402	1.4591	0.9463
-0.4171	-0.4256	-0.0246	-0.8536	-0.2685
-0.3841	-0.3283	-0.4678	-0.8536	-0.2825
-0.6458	0.0709	-0.2462	0.4224	0.3328
-0.7029	-0.2983	-0.2462	-0.2954	-0.2958
-0.4684	-0.3334	-1.3542	-0.0561	-0.2640
-0.5219	-0.2307	0.4186	0.5819	-0.0984
-0.7159	0.2591	-0.4678	0.9009	0.4658
-0.4204	-0.8552	-0.4678	-1.4119	-1.1005
-0.5265	-0.7563	0.8618	1.4591	0.1114
-0.3399	-0.4654	-0.6894	-0.0561	-0.5884
-0.8173	0.2843	-0.2462	2.4161	0.6289
-0.8492	-0.2131	0.4186	0.8211	0.2623
-0.3475	-0.4772	0.4186	0.3426	-0.3385
-0.4273	-0.6017	-0.9110	-0.6144	-0.7499
-0.4242	-0.5968	-0.2462	-0.5346	-0.7769
-0.5066	-0.7254	-1.3542	-0.9334	-0.9337
-0.8073	-0.6037	1.0834	-0.6941	-0.8470
-0.8210	-0.6946	0.4186	-1.3321	-0.9058
-0.7507	-0.2281	1.0834	-0.8536	-0.2757
-0.7883	-0.4780	1.0834	1.0604	-0.4191
-0.8445	-0.4230	0.1970	-0.4549	-0.6224
-0.7711	0.4591	0.8618	0.3426	-0.4987
-0.2844	-0.6072	0.1970	-0.7739	-1.2406
-0.8551	-0.5510	-0.6894	-0.5346	-1.1929
-0.8503	-0.4926	1.3049	0.2629	-1.2299
-0.2817	-0.6039	0.1970	-0.7739	-0.4264
-0.6012	-0.9881	-1.3542	-1.8904	-1.1411
-0.8018	0.0906	-0.6894	0.4224	-1.1206

Hasil pendugaan terhadap koefisien regresi ($\hat{\boldsymbol{\beta}}$) dan pengaruh acak ($\boldsymbol{v}$) dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3. Hasil pendugaan koefisien regresi dengan Metode EBLUP

Variabel	$\hat{\boldsymbol{\beta}}$ standarisasi	$\hat{\boldsymbol{\beta}}$ Data awal
ZX_1	0.69813	105148.687
ZX_2	0.09688	11.548
ZX_3	-0.26566	37.373
ZX_4	0.29973	14733.142

Tabel 4.4. Nilai Dugaan Pengaruh Acak dengan Metode EBLUP

Kecamatan	Pengaruh Acak ($\hat{v}_i$)	Kecamatan	Pengaruh Acak ($\hat{v}_i$)
Abiansemal	0.1479	Tegallalang	-0.1343
Kuta	0.2272	Ubud	-0.3033
Kuta Selatan	0.0345	Jembrana	-0.4568
Kuta Utara	0.0379	Melaya	-0.0075
Mengwi	0.1065	Mendoyo	-0.0722
Petang	0.0282	Negara	-0.1434
Bangli	0.1201	Pekutatan	0.0576
Kintamani	0.0339	Abang	0.0211
Susut	0.1155	Bebandem	0.1064
Tembuku	0.0831	Karangasem	-0.0294
Banjar	0.0403	Kubu	-0.1782
Buleleng	-0.0301	Manggis	0.0367
Busungbiu	0.0753	Rendang	0.1122
Gerokgak	-0.0126	Selat	0.0657
Kubutambahan	0.0496	Sidemen	0.0855
Sawan	-0.0570	Banjarangkan	-0.0362
Seririt	-0.0268	Dawan	-0.0557
Sukasada	0.0330	Klungkung	-0.0866
Tejakula	0.0761	Nusa Penida	-0.0138
Denpasar Barat	0.0045	Baturiti	-0.1877
Denpasar Selatan	0.0038	Kediri	-0.1782
Denpasar Timur	0.0090	Kerambitan	0.0507

Tabel 4.4. (Lanjutan)

Kecamatan	Pengaruh Acak ($\hat{v}_i$)	Kecamatan	Pengaruh Acak ($\hat{v}_i$)
Blahbatuh	-0.2875	Marga	-0.0841
Gianyar	-0.3494	Penebel	-0.0120
Payangan	0.0256	Pupuan	0.0129
Sukawati	0.4516	Selemadeg	0.0197
Tampaksiring	-0.1024	Tabanan	-0.0468

4.2.1. Uji Normalitas Pengaruh Acak

Selanjutnya, akan diperiksa asumsi bahwa pengaruh acak *small area* yang telah diperoleh berdistribusi normal. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Anderson Darling dengan hipotesis:

H_0 : $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ (pengaruh acak menyebar normal) vs

H_1 : $v_i \nsim N(0, \sigma_v^2)$ (pengaruh acak tidak menyebar normal)

Tingkat signifikansi (α) = 0.05

Berdasarkan uji Anderson Darling diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak

Statistik Uji	*p-value*	Keputusan
1.6878	0.0002185	Tolak H_0

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa *p-value* < α sehingga tolak H_0. Dengan taraf nyata 5% dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terlanggar atau pengaruh acak tidak menyebar normal.

4.2.2. Model EBLUP

Berdasarkan hasil pendugaan terhadap koefisien regresi ($\widehat{\boldsymbol{\beta}}$) dan pengaruh acak ($\boldsymbol{v}$) sebelumnya, maka akan diperoleh model EBLUP seperti pada persamaan (4.2)

$$\hat{y}_i = \boldsymbol{x_i}\hat{\boldsymbol{\beta}} + \hat{v}_i + e_i$$
$$= x_{1i}\hat{\beta}_1 + x_{2i}\hat{\beta}_2 + x_{3i}\hat{\beta}_3 + x_{4i}\hat{\beta}_4 + \hat{v}_i + e_i$$
$$= 105148.687\ x_{1i} + 11.548\ x_{2i} + 37.373\ x_{3i} + 14733.142\ x_{4i} + \hat{v}_i \quad (4.2)$$

Interpretasi:

1. Setiap bertambah satu orang penduduk akan meningkatkan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 105,148.69.
2. Setiap bertambah satu puskesmas akan meningkatkan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 11.55.
3. Setiap bertambah satu SD Negeri akan meningkatkan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 37.37.
4. Setiap bertambah satu keluarga pengguna PLN akan meningkatkan rata-rata pengeluaran perkapita sebesar Rp 14,733.14.

Berdasarkan model EBLUP pada persamaan (4.2) diperoleh nilai dugaan pengeluaran per kapita dengan metode EBLUP seperti pada Lampiran 2. Hasil dugaan setelah di kembalikan ke data awal dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6. Nilai Dugaan Pengeluaran per Kapita pada Metode EBLUP

Kecamatan	Dugaan EBLUP	Kecamatan	Dugaan EBLUP
Abiansemal	2321936.84	Tegallalang	998436.67
Kuta	266218.10	Ubud	962849.27
Kuta Selatan	3118038.68	Jembrana	341284.48
Kuta Utara	2313222.30	Melaya	741689.80
Mengwi	3055738.75	Mendoyo	831176.54
Petang	875073.27	Negara	1240263.42
Bangli	1650999.04	Pekutatan	583939.04
Kintamani	2935934.20	Abang	**221932.16**
Susut	1339721.96	Bebandem	724849.85
Tembuku	975019.49	Karangasem	935533.37

Tabel 4.6. (Lanjutan)

Kecamatan	Dugaan EBLUP	Kecamatan	Dugaan EBLUP
Banjar	1018800.59	Kubu	756423.30
Buleleng	4281029.59	Manggis	722404.21
Busungbiu	502282.07	Rendang	708230.12
Gerokgak	1837704.31	Selat	696221.52
Kubutambahan	971817.08	Sidemen	516300.02
Sawan	1628527.15	Banjarangkan	762227.76
Seririt	1889214.28	Dawan	769065.49
Sukasada	1371585.21	Klungkung	1408766.29
Tejakula	907178.57	Nusa Penida	416153.77
Denpasar Barat	5337337.53	Baturiti	598907.80
Denpasar Selatan	**6006767.68**	Kediri	1381440.27
Denpasar Timur	3037163.89	Kerambitan	612911.72
Blahbatuh	1066433.44	Marga	262339.42
Gianyar	1505502.85	Penebel	388734.31
Payangan	917244.08	Pupuan	929970.16
Sukawati	3128579.90	Selemadeg	429519.16
Tampaksiring	1015423.75	Tabanan	646380.00

Berdasarkan hasil pendugaan EBLUP pada Tabel 4.6, dapat dilihat bahwa pengeluaran per kapita tertinggi di Provinsi Bali adalah Kecamatan Denpasar Selatan dengan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 6,006,747.77 dan terendah yaitu Kecamatan Abang dengan rata-rata pengeluaran perkapita sebesar Rp 221,932.16.

4.2.3. Uji Normalitas Galat

Pengujian normalitas galat dilakukan dengan menggunakan uji Anderson Darling dengan hipotesis:

H_0 : $e \sim N(0, \sigma_e^2)$ (galat menyebar normal) vs

H_1 : $e \nsim N(0, \sigma_e^2)$ (galat tidak menyebar normal)

Tingkat Signifikansi (α) = 0.05

Berdasarkan uji Anderson Darling diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak

Statistik Uji	*p-value*	Keputusan
0.2407	0.7634	Terima H_0

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa *p-value* > α sehingga terima H_0. Dengan taraf nyata 5% dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi atau galat menyebar normal.

4.2.4. Uji Signifikansi Parameter ($\boldsymbol{\beta}$)

Pengujian signifikansi parameter dilakukan dengan menggunakan uji-*t* dengan hipotesis:

H_0 : $\beta_i = 0$ (variabel tidak memiliki pengaruh signifikan) vs

H_1 : $\beta_i \neq 0$ (variabel memiliki pengaruh signifikan)

Tingkat Signifikansi (α) = 0.05

Berdasarkan uji-*t* diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Signifikansi Parameter

Variabel	$\hat{\boldsymbol{\beta}}$	*p-value*
ZX_1	0.69813	3.89E-08
ZX_2	0.09688	2.36E-01
ZX_3	-0.26566	1.69E-02
ZX_4	0.29973	1.13E-02

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa *p-value* pada koefisien $\hat{\beta}_2$ > α sehingga statistik tidak dapat menolak H_0, sedangkan *p-value* pada koefisien $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_3$, dan $\hat{\beta}_4$ ≤ α. Dapat disimpulkan bahwa dengan taraf nyata 5%, variabel X_1 (Jumlah Penduduk), X_3 (Jumlah SD Negeri), dan X_4 (Keluarga Pengguna PLN)

memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengeluaran per kapita di Provinsi Bali pada model SAE dengan metode EBLUP.

4.3 Model SAE Metode SEBLUP

Salah satu pengembangan dari metode EBLUP adalah metode spasial EBLUP (SEBLUP). Metode SEBLUP ini dapat dikatakan lebih kompleks dibandingkan dengan metode EBLUP, karena pendugaan pada tahap pertama tidak hanya koefisien regresi dan ragam variabel acak saja, tetapi juga koefisien autoregresi. Model SEBLUP dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{Zv} + \boldsymbol{e}\ ,$$

dengan $\boldsymbol{v} = (\boldsymbol{I} - \rho \boldsymbol{W})^{-1}\boldsymbol{u}$, maka metode SEBLUP dapat dituliskan kembali pada persamaan (4.3).

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{Z}((\boldsymbol{I} - \rho \boldsymbol{W})^{-1}\boldsymbol{u}) + \boldsymbol{e} \qquad (4.3)$$

Dalam penelitian ini, $\boldsymbol{y}$ adalah vektor pengeluaran per kapita kecamatan yang dihasilkan dengan metode pendugaan langsung berukuran 54×1, $\boldsymbol{X}$ adalah matriks dari variabel prediktor yang berukuran 54×4, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor koefisien regresi yang berukuran 4×1, $\boldsymbol{Z}$ adalah matriks insidensial (dalam penelitian ini, $\boldsymbol{Z}$ merupakan matriks identitas), $\boldsymbol{I}$ adalah matriks identitas yang berukuran 54×54. ρ adalah koefisien autoregresi spasial, $\boldsymbol{W}$ adalah matriks pembobot spasial yang berukuran 54×54. $\boldsymbol{u}$ adalah vektor galat dari pengaruh acak yang berukuran 54×1, serta $\boldsymbol{e}$ adalah vektor galat sampel yang berukuran 54×1.

Sebelum melakukan pendugaan terhadap pengeluaran per kapita per kecamatan dengan metode SEBLUP, terlebih dahulu dilakukan pendugaan terhadap koefisien regresi ($\boldsymbol{\beta}$), pengaruh acak (v_i) dan koefisien autoregresi (ρ). Hasil pendugaan koefisien autoregresi (ρ) adalah 0.18107 dan hasil pendugaan terhadap koefisien regresi ($\boldsymbol{\beta}$) dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil pendugaan koefisien regresi dengan Metode SEBLUP

Variabel	$\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ standarisasi	$\widehat{\boldsymbol{\beta}}$ Data asli
ZX_1	0.69840	105162.321
ZX_2	0.10096	11.567
ZX_3	-0.26089	37.432
ZX_4	0.29822	14723.051

4.3.1. Matriks Pembobot

Matriks pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah matriks *Queen Contiguity*, di mana setiap daerah yang berdekatan akan di beri nilai 1 sedangkan yang tidak berdekatan diberi nilai 0. Standarisasi dalam matriks pembobot diperlukan untuk mendapatkan jumlah baris yang seragam, yaitu jumlah baris sama dengan satu. Matriks pembobot dalam penelitian ini dapat dituliskan pada persamaan (4.4).

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1/8 & 1/8 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1/3 & 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 1/5 & 0 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 1/8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/8 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/7 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/9 & 1/9 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

Bobot dari masing-masing wilayah lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 3. Dugaan pengaruh acak (v_i) dapat diperoleh dengan persamaan (2.10), di mana ρ = 0.18107 dan $\boldsymbol{W}$ adalah matriks pembobot. Hasil dugaan pengaruh acak ($\boldsymbol{v}$) dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Nilai Dugaan Pengaruh Acak dengan Metode SEBLUP

Kecamatan	Pengaruh Acak ($\hat{v}_i$)	Kecamatan	Pengaruh Acak ($\hat{v}_i$)
Abiansemal	0.1570	Tegallalang	-0.1333
Kuta	0.2435	Ubud	-0.2846
Kuta Selatan	0.0858	Jembrana	-0.4550
Kuta Utara	0.0741	Melaya	-0.0307
Mengwi	0.0968	Mendoyo	-0.0982
Petang	0.0098	Negara	-0.1890
Bangli	0.1089	Pekutatan	0.0586
Kintamani	0.0372	Abang	0.0096
Susut	0.0868	Bebandem	0.1104
Tembuku	0.0937	Karangasem	-0.0131
Banjar	0.0311	Kubu	-0.1662
Buleleng	-0.0296	Manggis	0.0458
Busungbiu	0.0719	Rendang	0.1196
Gerokgak	-0.0688	Selat	0.0775
Kubutambahan	0.0430	Sidemen	0.0908
Sawan	-0.0609	Banjarangkan	-0.0436
Seririt	-0.0208	Dawan	-0.0498
Sukasada	0.0155	Klungkung	-0.0778
Tejakula	0.0653	Nusa Penida	-0.0142
Denpasar Barat	0.0334	Baturiti	-0.1847
Denpasar Selatan	0.0380	Kediri	-0.1769
Denpasar Timur	0.0575	Kerambitan	0.0454
Blahbatuh	-0.2818	Marga	-0.0894
Gianyar	-0.3599	Penebel	-0.0205
Payangan	0.0148	Pupuan	0.0194
Sukawati	0.4136	Selemadeg	0.0336
Tampaksiring	-0.1236	Tabanan	-0.0635

4.3.2. Uji Normalitas Pengaruh Acak

Selanjutnya, diperiksa asumsi bahwa pengaruh acak *small area* yang telah diperoleh berdistribusi normal. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Anderson Darling dengan hipotesis:

$H_0 : v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ (pengaruh acak menyebar normal) vs

$H_1 : v_i \nsim N(0, \sigma_v^2)$ (pengaruh acak tidak menyebar normal)

Tingkat signifikansi (α) = 0.05

Berdasarkan uji Anderson Darling diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak

Statistik Uji	*p-value*	Keputusan
1.3883	0.001217	Tolak H_0

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa *p-value* < α sehingga tolak H_0. Dengan taraf nyata 5% dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terlanggar atau pengaruh acak tidak menyebar normal.

4.3.3. Model SEBLUP

Berdasarkan hasil pendugaan terhadap koefisien regresi ($\hat{\boldsymbol{\beta}}$), dan pengaruh acak ($\boldsymbol{v}$) sebelumnya, maka diperoleh model SEBLUP seperti pada persamaan (4.5)

$$\begin{aligned}\hat{y}_i^{\,S} &= \boldsymbol{x_i}\hat{\boldsymbol{\beta}} + \hat{v}_i + e_i \\ &= x_{1i}\hat{\beta}_1 + x_{2i}\hat{\beta}_2 + x_{3i}\hat{\beta}_3 + x_{4i}\hat{\beta}_4 + \hat{v}_i + e_i \\ &= 105162.321\, x_{1i} + 11.567\, x_{2i} + 37.432\, x_{3i} + \\ &\quad 14723.051\, x_{4i} + \hat{v}_i^{\,S} \end{aligned} \tag{4.5}$$

Interpretasi:

1. Setiap bertambah satu orang penduduk akan meningkatkan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 105,162.32.

2. Setiap bertambah satu puskesmas akan meningkatkan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 11.57.
3. Setiap bertambah satu SD Negeri akan meningkatkan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 37.43.
4. Setiap bertambah satu keluarga pengguna PLN akan meningkatkan rata-rata pengeluaran perkapita sebesar Rp 14,723.05.

Berdasarkan model SEBLUP pada persamaan (4.5) diperoleh nilai dugaan pengeluaran rumah tangga per kapita dengan metode SEBLUP seperti pada Lampiran 2. Hasil dugaan setelah dikembalikan ke data awal dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Nilai Dugaan Pengeluaran per Kapita pada Metode SEBLUP

Kecamatan	Dugaan SEBLUP	Kecamatan	Dugaan SEBLUP
Abiansemal	2353593.08	Tegallalang	991349.75
Kuta	274613.08	Ubud	992184.90
Kuta Selatan	3185553.82	Jembrana	341042.58
Kuta Utara	2350961.26	Melaya	698124.94
Mengwi	3071225.43	Mendoyo	798673.75
Petang	844348.70	Negara	1173692.51
Bangli	1631276.25	Pekutatan	574391.14
Kintamani	2951015.13	Abang	**219787.57**
Susut	1292811.97	Bebandem	727355.52
Tembuku	987930.60	Karangasem	974942.36
Banjar	1013212.11	Kubu	782559.55
Buleleng	4278713.23	Manggis	741793.61
Busungbiu	501019.12	Rendang	710933.05
Gerokgak	1746660.94	Selat	710357.22
Kubutambahan	968205.47	Sidemen	510994.89
Sawan	1610255.39	Banjarangkan	754409.17
Seririt	1898166.46	Dawan	772784.20
Sukasada	1359359.06	Klungkung	1423095.71

Tabel 4.12. (Lanjutan)

Kecamatan	Dugaan SEBLUP	Kecamatan	Dugaan SEBLUP
Tejakula	894481.93	Nusa Penida	430679.82
Denpasar Barat	5370533.76	Baturiti	602569.04
Denpasar Selatan	**6050927.72**	Kediri	1392496.16
Denpasar Timur	3096984.86	Kerambitan	603108.84
Blahbatuh	1071081.56	Marga	248671.99
Gianyar	1504283.46	Penebel	388322.74
Payangan	898585.25	Pupuan	936196.76
Sukawati	3083671.57	Selemadeg	430699.41
Tampaksiring	977279.91	Tabanan	622408.46

Berdasarkan hasil pendugaan SEBLUP pada Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa pengeluaran per kapita tertinggi di Provinsi Bali adalah Kecamatan Denpasar Selatan dengan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 6,050,970.46 dan terendah yaitu Kecamatan Abang dengan rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 219,787.57.

4.3.4. Uji Normalitas Galat

Pengujian normalitas galat dilakukan dengan menggunakan uji Anderson Darling dengan hipotesis:

H_0 : $e \sim N(0, \sigma_e^2)$ (galat menyebar normal) vs

H_1 : $e \nsim N(0, \sigma_e^2)$ (galat tidak menyebar normal)

Tingkat Signifikansi (α) = 0.05

Berdasarkan uji Anderson Darling diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Hasil Pengujian Asumsi Normalitas Pengaruh Acak

Statistik Uji	*p-value*	Keputusan
0.27294	0.6546	Terima H_0

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa *p-value* > α sehingga terima H_0. Dengan taraf nyata 5% dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi atau galat menyebar normal.

4.3.5. Uji Signifikansi Parameter ($\boldsymbol{\beta}$)

Pengujian signifikansi parameter dilakukan dengan menggunakan uji-*t* dengan hipotesis:

$H_0 : \beta_i = 0$ (variabel tidak memiliki pengaruh signifikan) vs

$H_1 : \beta_i \neq 0$ (variabel memiliki pengaruh signifikan)

Tingkat Signifikansi (α) = 0.05

Berdasarkan uji-*t* diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.14.

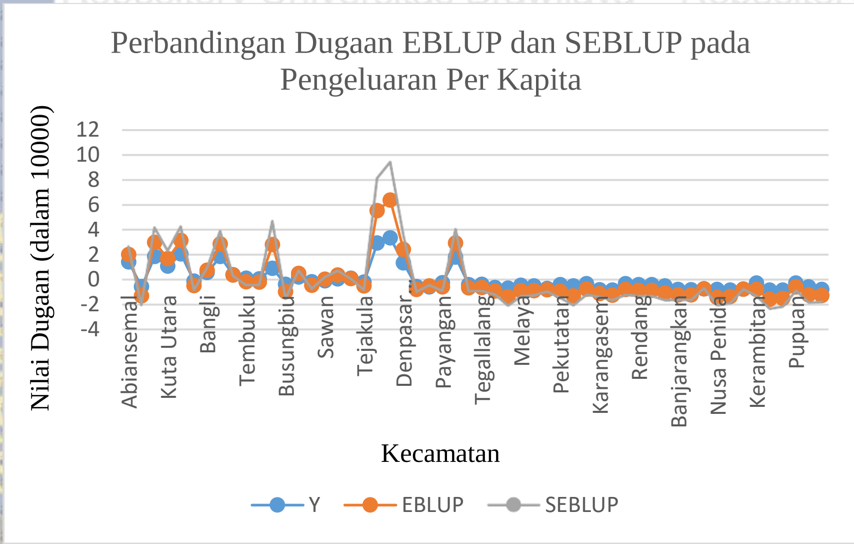
Tabel 4.14. Hasil Pengujian Signifikansi Parameter

Variabel	$\hat{\boldsymbol{\beta}}$	*p-value*
ZX_1	0.698396	1.04E-15
ZX_2	0.100963	1.23E-01
ZX_3	-0.26089	6.97E-04
ZX_4	0.298222	2.59E-04

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa *p-value* pada koefisien $\hat{\beta}_2$ > α sehingga statistik tidak dapat menolak H_0, sedangkan *p-value* pada koefisien $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_3$, dan $\hat{\beta}_4$ ≤ α. Dapat disimpulkan bahwa dengan taraf nyata 5%, variabel X_1 (Jumlah Penduduk), X_3 (Jumlah SD Negeri), dan X_4 (Keluarga Pengguna PLN) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengeluaran per kapita di Provinsi Bali pada model SAE dengan metode SEBLUP.

4.4 Perbandingan Metode EBLUP dan SEBLUP

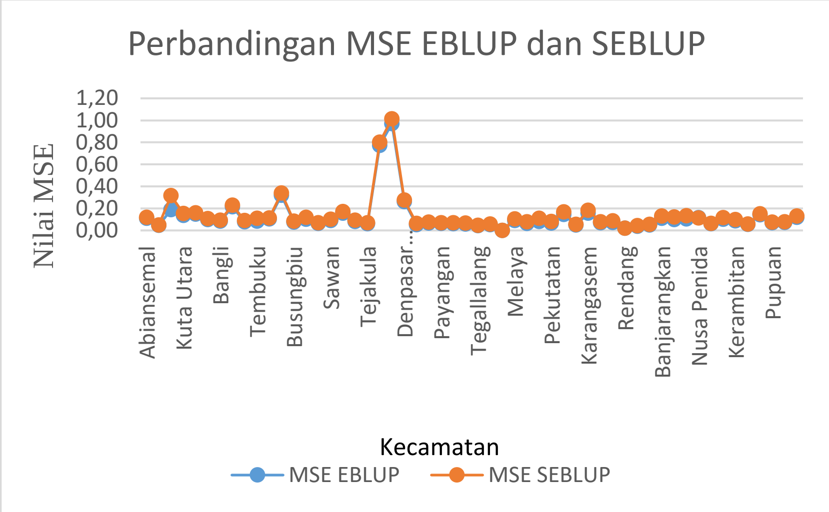
Pendugaan dengan metode EBLUP dan metode SEBLUP yang telah dilakukan, menghasilkan nilai dugaan dan *mean square error* (MSE) dari masing-masing metode. Berikut perbandingan hasil dugaan antara metode EBLUP dengan metode SEBLUP pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perbandingan Hasil Dugaan Pengeluaran Per Kapita

Berdasarkan Gambar 4.1, dapat dilihat bahwa hasil dugaan metode EBLUP dan metode SEBLUP menunjukkan kecamatan yang sama dalam pengeluaran per kapita tertinggi, yaitu kecamatan Denpasar Selatan. Metode EBLUP dan SEBLUP juga menunjukkan kecamatan yang sama dengan pengeluaran per kapita terendah, yaitu Kecamatan Abang.

Penentuan model terbaik dapat dilihat melalui hasil MSE dari kedua model, di mana model dengan MSE terkecil menunjukkan bahwa model yang lebih baik. Perbandingan nilai MSE dari model EBLUP dan SEBLUP dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Perbandingan MSE EBLUP dan SEBLUP

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai MSE dari metode EBLUP lebih kecil dibandingkan dengan MSE dari metode SEBLUP. Selain itu, dengan rincian nilai MSE dari metode EBLUP dan SEBLUP pada Lampiran 4, diperoleh rata-rata MSE dari metode EBLUP lebih rendah yaitu sebesar 0.1233 dibandingkan dengan metode SEBLUP yaitu sebesar 0.1376. Oleh karena itu, pendugaan area kecil dengan metode EBLUP lebih baik dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali daripada pendugaan area kecil dengan metode SEBLUP. Oleh karena model EBLUP lebih baik dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita di Provinsi Bali, maka dapat dikatakan bahwa rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali tidak memiliki pengaruh ketetanggaan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Model rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali yang terbentuk adalah sebagai berikut:
   a. Model EBLUP
   $$\hat{y}_i = 105148.687\, x_{1i} + 11.548\, x_{2i} + 37.373\, x_{3i} + 14733.142 x_{4i} + \hat{v}_i$$
   b. Model SEBLUP
   $$\hat{y}_i{}^S = 105162.321\, x_{1i} + 11.567\, x_{2i} + 37.432\, x_{3i} + 14723.051\, x_{4i} + \hat{v}_i{}^S$$
2. Dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali baik metode EBLUP maupun SEBLUP dipengaruhi secara signifikan oleh X_1 (Jumlah Penduduk), X_3 (Jumlah SD Negeri), dan X_4 (Keluarga Pengguna PLN).
3. Keakuratan penduga dapat diperoleh dengan mengukur *Mean Square Error* (MSE). Pada penelitian ini diketahui bahwa MSE dari metode EBLUP lebih kecil dibandingkan dengan MSE dari metode SEBLUP dengan selisih yang tidak jauh berbeda. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pendugaan rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali dengan metode EBLUP lebih baik dibandingkan dengan metode SEBLUP. Berdasarkan kesimpulan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali tidak memiliki pengaruh antara satu kecamatan dengan kecamatan yang lain.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, adapun saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Karena pada penelitian ini hanya dibatasi dengan model pada *level area*, maka penelitian selanjutnya dapat menggunakan

model pada *level unit*, dengan memperhatikan ketersediaan data di lapangan.

2. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan model SAE dengan metode lain seperti Hirarki Bayesian (HB) atau Empiris Bayesian (EB)
3. Oleh karena matriks pembobot ketetanggaan dalam penelitian ini tidak berpengaruh, maka penelitian selanjutnya dapat menggunakan matriks pembobot jarak dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Provinsi Bali.

DAFTAR PUSTAKA

Anselin, L. dan Rey, S. J. 2009. *Perspectives on Spatial Data Analysis.* USA: Springer.

BPS. 2019. https://www.bps.go.id/subject/23/kemiskinan-dan-ketimpangan.html, diakses pada tanggal 19 September 2019 pada pukul 21.00

BPS. 2013. Survei Sosial Ekonomi Nasional 2013 Kor Gabungan. https://microdata.bps.go.id/mikrodata/index.php/catalog/220, diakses pada tanggal 25 September 2019 pada pukul 12.16 WIB.

Briassoulis, H., Kavroudakis, D., dan Soulakellis, N. 2018. *The Practice of Spatial Analysis.* Swiss: Springer.

Darsyah, M. Y. 2013. Small Area Estimation terhadap Pengeluaran per Kapita di Kabupaten Sumenep Dengan Pendekatan Nonparametrik. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, *1*(2).

Fischer, M. M. 2006. *Spatial Analysis and GeoComputation.* Australia: Springer.

Hasbi, F. H. 2012. Analisis Hubungan Persepsi Pasien tentang Mutu Pelayanan dengan Pemanfaatan Ulang Pelayanan Rawat Jalan Puskesmas Poncol Kota Semarang Tahun 2012. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, *1*(2).

Henderson, C. R. 1984. *Applications of linear models in animal breeding* (Vol. 462). Guelph: University of Guelph.

Kistiyanto, M. S. 2011. Wilayah dan Penerapannya dalam Studi Geografi. *Jurnal Pendidikan Geografi*, *16*(1).

Lee, J. dan Wong, D. W. S. 2001. *Statistical Analysis with Arcview GIS.* USA : John Wiley & Sons, Inc.

Matualage, D. 2012. Metode Prediksi Tak Bias Linear Terbaik Empiris Spasial Pada Area Kecil Untuk Pendugaan Pengeluaran Per Kapita. *Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, IPB.*

Nasrum, A. 2018. Uji Normalitas Data untuk Penelitian. *Jayapangus Press Books*, i-117.

Nusrang, M., Annas, S., Asfar, A., Hastuty, H., dan Jajang, J. 2017. Spatial EBLUP dalam Pendugaan Area Kecil. *Sainsmat*, *6*(1), 59-66.

Pertiwi, R. dan Iriawan, N. Pemodelan Pengeluaran Per Kapita Per Kabupaten/Kota di Kalimantan Barat Menggunakan Metode Bayes Hirarki.

Prasad, N. N. dan Rao, J. N. 1990. The estimation of the mean squared error of small-area estimators. *Journal of the American statistical association*, *85*(409), 163-171.

Pratesi, M. dan Salvati, N. 2008. Small area estimation: the EBLUP estimator based on spatially correlated random area effects. *Statistical methods and applications*, *17*(1), 113-141.

Rao, JNK. 2003. *Small Area Estimation*. John Wiley and Sons, New Jersey (US).

Rejekiningsih, T. W. 2004. Mengukur besarnya peranan industri kecil dalam perekonomian di propinsi Jawa Tengah. *Jurnal Dinamika Pembangunan (JDP)*, *1*(Nomor 2), 125-136.

Satriya, A. M. A. dan Iriawan, N. 2015. Small area estimation pengeluaran per kapita di Kabupaten Bangkalan dengan metode hierarchical bayes. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, *3*(2).

Sidauruk, M. A. dan Sari, D. K. 2013. Karakteristik Pendugaan Emperical Best Linear Unbiased Prediction (EBLUP) Pada Pendugaan Area Kecil. *Prosiding SEMIRATA 2013*, *1*(1).

Taufiq, A. 2014. Pendidikan Anak di SD. Universitas Terbuka: Malang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita, Jumlah Penduduk, Jumlah Puskesmas, Jumlah SD Negeri, Jumlah Keluarga Pengguna PLN

Kecamatan	Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita	Jumlah Penduduk	Jumlah Puskesmas	Jumlah SD Negeri	Jumlah Keluarga Pengguna PLN
Abiansemal	3543097.35	91650	17	64	24359
Kuta	549537.69	14215	5	21	1657
Kuta Selatan	4222490.62	109224	7	40	26619
Kuta Utara	3031406.83	78414	6	26	18067
Mengwi	4518850.51	116890	24	71	28250
Petang	1197578.50	30978	14	27	8400
Bangli	2271792.00	50880	13	33	14931
Kintamani	4210942.00	94310	23	32	17110
Susut	1994962.00	44680	13	30	10956
Tembuku	1555606.00	34840	13	29	8878
Banjar	1463192.74	72260	10	59	14589
Buleleng	2769860.71	136790	12	47	37561
Busungbiu	826564.18	40820	11	46	9268
Gerokgak	1698688.61	83890	7	44	18559
Kubutambahan	1124831.95	55550	13	47	11721
Sawan	1224659.52	60480	9	25	13740
Seririt	1469469.93	72570	10	50	24499
Sukasada	1560995.41	77090	15	58	15577
Tejakula	1096483.35	54150	11	47	11568
Denpasar Barat	5853164.00	264490	2	43	15998
Denpasar Selatan	6476787.00	292670	4	43	16226
Denpasar Timur	3446969.00	155760	2	37	12702
Blahbatuh	536163.61	70900	9	40	14517

Lampiran.1 (Lanjutan)

Kecamatan	Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita	Jumlah Penduduk	Jumlah Puskesmas	Jumlah SD Negeri	Jumah Keluarga Pengguna PLN
Gianyar	509553.78	93070	17	56	19256
Payangan	990025.36	42860	12	33	9218
Sukawati	4147595.00	122430	14	59	19050
Tampaksiring	769946.04	48180	11	30	10939
Tegallalang	820128.04	53110	9	30	10846
Ubud	422376.52	73350	10	46	14954
Jembrana	335568.53	54630	10	37	10757
Melaya	692013.83	52850	5	40	10969
Mendoyo	610635.28	58060	13	48	12075
Negara	315828.21	82890	9	52	15842
Pekutatan	764894.28	26400	9	23	5384
Abang	603700.20	31410	15	59	13476
Bebandem	887195.20	46160	8	40	8803
Karangasem	161774.74	84170	10	71	16931
Kubu	113301.90	58950	13	51	14483
Manggis	875663.20	45560	13	45	10472
Rendang	754385.00	39250	7	33	7725
Selat	759190.00	39500	10	34	7545
Sidemen	633875.60	32980	5	29	6498
Banjarangkan	176958.00	39150	16	32	7077
Dawan	156120.80	34540	13	24	6684
Klungkung	263018.80	58190	16	30	10891
Nusa Penida	205750.40	45520	16	54	9934
Baturiti	120436.83	48310	12	35	8576
Kediri	231923.79	93030	15	45	9402
Kerambitan	971522.10	38970	12	31	4449

Lampiran 1. (Lanjutan)

Kecamatan	Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita	Jumlah Penduduk	Jumlah Puskesmas	Jumlah SD Negeri	Jumah Keluarga Pengguna PLN
Marga	104257.26	41820	8	34	4767
Penebel	111636.54	44780	17	44	4520
Pupuan	975760.20	39140	12	31	9885
Selemadeg	490123.80	19660	5	17	5113
Tabanan	185354.55	74350	8	46	5250

Lampiran 2. Nilai Dugaan Pengeluaran Per Kapita Metode EBLUP dan SEBLUP Data Standarisasi

Kecamatan	Dugaan EBLUP	Dugaan SEBLUP
Abiansemal	0.6042	0.6250
Kuta	-0.7486	-0.7430
Kuta Selatan	1.1280	1.1725
Kuta Utara	0.5984	0.6233
Mengwi	1.0870	1.0972
Petang	-0.3479	-0.3681
Bangli	0.1627	0.1497
Kintamani	1.0082	1.0181
Susut	-0.0422	-0.0730
Tembuku	-0.2821	-0.2736
Banjar	-0.2533	-0.2570
Buleleng	1.8933	1.8918
Busungbiu	-0.5932	-0.5941
Gerokgak	0.2855	0.2256
Kubutambahan	-0.2843	-0.2866
Sawan	0.1479	0.1359
Seririt	0.3194	0.3253
Sukasada	-0.0212	-0.0292
Tejakula	-0.3268	-0.3351
Denpasar Barat	2.5884	2.6103
Denpasar Selatan	3.0289	3.0580
Denpasar Timur	1.0748	1.1142
Blahbatuh	-0.2220	-0.2189
Gianyar	0.0669	0.0661
Payangan	-0.3202	-0.3324
Sukawati	1.1350	1.1054
Tampaksiring	-0.2556	-0.2807
Tegallalang	-0.2667	-0.2714
Ubud	-0.2902	-0.2708
Jembrana	-0.6992	-0.6993
Melaya	-0.4357	-0.4644
Mendoyo	-0.3768	-0.3982
Negara	-0.1076	-0.1514
Pekutatan	-0.5395	-0.5458

Lampiran 2. (Lanjutan)

Kecamatan	MSE EBLUP	MSE SEBLUP
Abang	-0.7777	-0.7791
Bebandem	-0.4468	-0.4451
Karangasem	-0.3081	-0.2822
Kubu	-0.4260	-0.4088
Manggis	-0.4484	-0.4356
Rendang	-0.4577	-0.4559
Selat	-0.4656	-0.4563
Sidemen	-0.5840	-0.5875
Banjarangkan	-0.4222	-0.4273
Dawan	-0.4177	-0.4152
Klungkung	0.0033	0.0127
Nusa Penida	-0.6499	-0.6403
Baturiti	-0.5296	-0.5272
Kediri	-0.0147	-0.0074
Kerambitan	-0.5204	-0.5269
Marga	-0.7511	-0.7601
Penebel	-0.6679	-0.6682
Pupuan	-0.3118	-0.3077
Selemadeg	-0.6411	-0.6403
Tabanan	-0.4984	-0.5142

Lampiran 3. Matriks Pembobot *Queen Contiguity*

No.	Kecamatan	Bobot
1.	Abiansemal	$W_{1j} = \begin{cases} 1/8 \; ; \; j = 5,6,20,22,25,26,29,50 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
2.	Kuta	$W_{2j} = \begin{cases} 1/3 \; ; \; j = 3,4,21 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
3.	Kuta Selatan	$W_{3j} = \begin{cases} 1 \; ; \; j = 2 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
4.	Kuta Utara	$W_{4j} = \begin{cases} 1/3 \; ; \; j = 2,5,20 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
5.	Mengwi	$W_{5j} = \begin{cases} 1/5 \; ; \; j = 1,4,20,48,50 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
6.	Petang	$W_{6j} = \begin{cases} 1/8 \; ; \; j = 1,8,15,16,25,29,47,50 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
7.	Bangli	$W_{7j} = \begin{cases} 1/7 \; ; \; j = 8,9,10,24,28,40,43 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
8.	Kintamani	$W_{8j} = \begin{cases} 1/9 \; ; \; j = 6,7,9,15,19,25,28,38,40 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
9.	Susut	$W_{9j} = \begin{cases} 1/5 \; ; \; j = 7,8,24,27,28 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
10.	Tembuku	$W_{10j} = \begin{cases} 1/3 \; ; \; j = 7,40,43 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
11.	Banjar	$W_{11j} = \begin{cases} 1/7 \; ; \; j = 12,13,17,18,47,51,52 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
12.	Buleleng	$W_{12j} = \begin{cases} 1/3 \; ; \; j = 11,16,18 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
13.	Busungbiu	$W_{13j} = \begin{cases} 1/7 \; ; \; j = 11,14,17,32,34,52,53 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
14.	Gerokgak	$W_{14j} = \begin{cases} 1/6 \; ; \; j = 13,17,30,31,32,33 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$
15.	Kubutambahan	$W_{15j} = \begin{cases} 1/5 \; ; \; j = 6,8,16,19,47 \\ 0 \; ; \; selainnya \end{cases}$

Lampiran 3. (Lanjutan)

No.	Kecamatan	Bobot
16.	Sawan	$W_{16j} = \begin{cases} 1/5 \; ; j = 6,12,15,18,47 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
17.	Seririt	$W_{17j} = \begin{cases} 1/3 \; ; j = 11,13,14 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
18.	Sukasada	$W_{18j} = \begin{cases} 1/4 \; ; j = 11,12,16,47 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
19.	Tejakula	$W_{19j} = \begin{cases} 1/3 \; ; j = 8,15,38 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
20.	Denpasar Barat	$W_{20j} = \begin{cases} 1/5 \; ; j = 1,4,5,21,22 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
21.	Denpasar Selatan	$W_{21j} = \begin{cases} 1/3 \; ; j = 2,20,22 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
22.	Denpasar Timur	$W_{22j} = \begin{cases} 1/4 \; ; j = 1,20,21,26 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
23.	Blahbatuh	$W_{23j} = \begin{cases} 1/3 \; ; j = 24,26,27 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
24.	Gianyar	$W_{24j} = \begin{cases} 1/5 \; ; j = 7,9,23,27,43 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
25.	Payangan	$W_{25j} = \begin{cases} 1/5 \; ; j = 1,6,8,28,29 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
26.	Sukawati	$W_{26j} = \begin{cases} 1/5 \; ; j = 1,22,23,27,29 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
27.	Tampaksiring	$W_{27j} = \begin{cases} 1/6 \; ; j = 9,23,24,26,28,29 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
28.	Tegallalang	$W_{28j} = \begin{cases} 1/6 \; ; j = 7,8,9,25,27,29 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$
29.	Ubud	$W_{29j} = \begin{cases} 1/6 \; ; j = 1,6,25,26,27,28 \\ 0 \; ; selainnya \end{cases}$

Lampiran 3. (Lanjutan)

No.	Kecamatan	Bobot
30.	Jembrana	$W_{30j} = \begin{cases} 1/3 & ; j = 14,32,33 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
31.	Melaya	$W_{31j} = \begin{cases} 1/2 & ; j = 14,33 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
32.	Mendoyo	$W_{32j} = \begin{cases} 1/4 & ; j = 13,14,30,34 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
33.	Negara	$W_{33j} = \begin{cases} 1/3 & ; j = 14,30,31 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
34.	Pekutatan	$W_{34j} = \begin{cases} 1/3 & ; j = 13,32,53 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
35.	Abang	$W_{35j} = \begin{cases} 1/3 & ; j = 36,37,38 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
36.	Bebandem	$W_{36j} = \begin{cases} 1/4 & ; j = 35,37,39,41 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
37.	Karangasem	$W_{37j} = \begin{cases} 1/3 & ; j = 35,36,39 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
38.	Kubu	$W_{38j} = \begin{cases} 1/3 & ; j = 8,19,35 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
39.	Manggis	$W_{39j} = \begin{cases} 1/5 & ; j = 36,37,41,42,44 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
40.	Rendang	$W_{40j} = \begin{cases} 1/7 & ; j = 7,8,10,41,42,43,45 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
41.	Selat	$W_{41j} = \begin{cases} 1/4 & ; j = 36,39,40,42 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
42.	Sidemen	$W_{42j} = \begin{cases} 1/5 & ; j = 39,40,41,44,45 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$
43.	Banjarangkan	$W_{43j} = \begin{cases} 1/5 & ; j = 7,10,24,40,45 \\ 0 & ; selainnya \end{cases}$

Lampiran 3. (Lanjutan)

No.	Kecamatan	Bobot
44.	Dawan	$W_{44j} = \begin{cases} 1/3 \ ; \ j = 39,42,45 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
45.	Klungkung	$W_{45j} = \begin{cases} 1/4 \ ; \ j = 40,42,43,44 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
46.	Nusa Penida	$W_{46j} = 0 \ ; j = 1,2, \dots ,54$
47.	Baturiti	$W_{47j} = \begin{cases} 1/7 \ ; \ j = 6,11,15,16,18,50,51 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
48.	Kediri	$W_{48j} = \begin{cases} 1/3 \ ; \ j = 5,50,54 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
49.	Kerambitan	$W_{49j} = \begin{cases} 1/3 \ ; \ j = 51,53,54 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
50.	Marga	$W_{50j} = \begin{cases} 1/7 \ ; \ j = 1,5,6,47,48,51,54 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
51.	Penebel	$W_{51j} = \begin{cases} 1/7 \ ; \ j = 11,47,49,50,52,53,54 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
52.	Pupuan	$W_{52j} = \begin{cases} 1/4 \ ; \ j = 11,13,51,53 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
53.	Selemadeg	$W_{53j} = \begin{cases} 1/5 \ ; \ j = 13,34,49,51,52 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$
54.	Tabanan	$W_{54j} = \begin{cases} 1/4 \ ; \ j = 48,49,50,51 \\ 0 \ ; \ selainnya \end{cases}$

Lampiran 4. Nilai MSE Metode EBLUP dan SEBLUP

Kecamatan	MSE EBLUP	MSE SEBLUP
Abiansemal	0.1087	0.1175
Kuta	0.0462	0.0494
Kuta Selatan	0.1879	0.3162
Kuta Utara	0.1352	0.1524
Mengwi	0.1479	0.1599
Petang	0.0983	0.1077
Bangli	0.0830	0.0926
Kintamani	0.2137	0.2291
Susut	0.0792	0.0902
Tembuku	0.0838	0.1092
Banjar	0.1034	0.1114
Buleleng	0.3201	0.3391
Busungbiu	0.0760	0.0829
Gerokgak	0.1009	0.1197
Kubutambahan	0.0644	0.0702
Sawan	0.0898	0.1012
Seririt	0.1574	0.1700
Sukasada	0.0811	0.0912
Tejakula	0.0601	0.0676
Denpasar Barat	0.7729	0.8002
Denpasar Selatan	0.9709	1.0136
Denpasar Timur	0.2620	0.2740
Blahbatuh	0.0515	0.0628
Gianyar	0.0657	0.0736
Payangan	0.0618	0.0688
Sukawati	0.0616	0.0689
Tampaksiring	0.0586	0.0675
Tegallalang	0.0436	0.0471
Ubud	0.0506	0.0562
Jembrana	0.0006	0.0006
Melaya	0.0889	0.1048
Mendoyo	0.0642	0.0788
Negara	0.0817	0.1106
Pekutatan	0.0671	0.0804
Abang	0.1441	0.1668

Lampiran 4. (Lanjutan)

Kecamatan	MSE EBLUP	MSE SEBLUP
Bebandem	0.0483	0.0537
Karangasem	0.1565	0.1821
Kubu	0.0704	0.0772
Manggis	0.0722	0.0867
Rendang	0.0188	0.0194
Selat	0.0357	0.0416
Sidemen	0.0473	0.0534
Banjarangkan	0.1098	0.1303
Dawan	0.0967	0.1212
Klungkung	0.1053	0.1325
Nusa Penida	0.1142	0.1130
Baturiti	0.0590	0.0628
Kediri	0.1018	0.1169
Kerambitan	0.0869	0.0975
Marga	0.0550	0.0574
Penebel	0.1416	0.1511
Pupuan	0.0681	0.0754
Selemadeg	0.0724	0.0788
Tabanan	0.1175	0.1293

Lampiran 5. ***Source Code*** **untuk Metode EBLUP dengan** ***software R 3.5.2***

```
y = read.csv("D://skripsweeeet//data
ZY.csv",header=TRUE,sep=",")
X = read.csv("D://skripsweeeet//data
X.csv",header=TRUE,sep=",")
varX = read.csv("D://skripsweeeet//data
varX.csv",header=TRUE,sep=",")
y.asli =
read.csv("D://skripsweeeet//y.csv",header=TR
UE,sep=",")
y=as.matrix(y)
X=as.matrix(X)
varX=as.matrix(varX)
y.asli=as.matrix(y.asli)
m=54

#EBLUB dengan metode ML, scoring algorithm

EBLUP.area.ML <- function(y, X, varX, m,
tol=10e-5, maxiter=100)
{
  sigma2.v.estimate <- 0  #komponen variansi
  sigma2.v.estimate[1] <- 823346.108
#inisial value
  k <- 0
  diff <- tol+1
  while ((diff>tol) & (k<maxiter))
  {
    k <- k+1
    V <- diag(1,m) #matriks varians-
kovarians
    for (i in 1:m)
    {
      V[i,i] <-
(sigma2.v.estimate[k]+varX[i,1])
    }
```

Lampiran 5. (Lanjutan)

```
    #varX merupakan vektor variansi sampel, 
berukuran mx1
    Vinvers <- solve(V)
    Beta <- 
solve(t(X)%*%Vinvers%*%X)%*%t(X)%*%Vinvers%*
%y[,1] #y merupakan vektor dari taksiran 
langsung,berukuran mx1
    sdev <-(-0.5)*sum(diag(Vinvers))-
(0.5)*t(y[,1]-(X)%*%Beta)%*%((-
1)*Vinvers%*%Vinvers)%*%(y[,1]-(X)%*%Beta) 
#X adalah matriks dari p auxiliary 
variables, berukuran mxp
    Idev <-
((0.5)*(sum(diag(Vinvers%*%Vinvers))))^(-1)
    #Idev is invers dari matriks informasi
    #scoring algorithm
    sigma2.v.estimate[k+1] <-
sigma2.v.estimate[k]+Idev*sdev
    diff <- abs(sigma2.v.estimate[k+1]-
sigma2.v.estimate[k]) #batas toleransi
  }
  if (sigma2.v.estimate[k+1]<0)
  {sigma2v <- 0}
  else
  {sigma2v <- sigma2.v.estimate[k+1]}

  V <- diag(1,m)
  G <- diag(1,m)*sigma2v
  for (i in 1:m)
  {
    V[i,i] <-(sigma2v+varX[i,1])
  }
  Vinvers <- solve(V)
  B.GLS <-
solve(t(X)%*%Vinvers%*%X)%*%t(X)%*%Vinvers%*
%y[,1]
  m1 <- diag(1,m)
```

Lampiran 5. (Lanjutan)

```
  theta.EBLUP <-
X%*%B.GLS+m1%*%G%*%Vinvers%*%(y[,1]-
(X%*%B.GLS)) #EBLUP estimator
  efek.random <- m1%*%G%*%Vinvers%*%(y[,1]-
(X%*%B.GLS))#Taksiran efek random

  #MSE EBLUP small area

  #g1
  g1 <- diag((G-G%*%Vinvers%*%G))

 #g2
  g2 <- matrix(0,m,1)
  for (i in 1:m)
  {
    m1 <- matrix(0,m,1)
    m1[i] <- 1
    g2[i] <-(X[i,]-
t(m1)%*%G%*%Vinvers%*%X)%*%solve(t(X)%*%Vinv
ers%*%X)%*%t(X[i,]-t(m1)%*%G%*%Vinvers%*%X)
  }
  Idev <-
((0.5)*(sum(diag(Vinvers%*%Vinvers))))^(-1)

  #g3
  g3 <- matrix(0,m,1)
  for (i in 1:m)
  { m1 <- matrix(0,m,1)
  m1[i] <- 1
  g3[i] <-(t(m1)%*%(Vinvers+G%*%((-
1)*Vinvers%*%Vinvers))%*%V%*%t((t(m1)%*%(Vin
vers+G%*%((-1)*Vinvers%*%Vinvers)))))*Idev
  }

  #bias
  bdist <- 0
  btr <- 0
```

Lampiran 5. (Lanjutan)

```
gradg1 <- 0
  I <- diag(1,m)
  distorsione <- matrix(0,m,1)
  for (i in 1:m)
  {
    m1 <- matrix(0,m,1)
    m1[i] <- 1
#varX merupakan vektor variansi sampel, 
berukuran mx1
    Vinvers <- solve(V)

Beta <- 
solve(t(X)%*%Vinvers%*%X)%*%t(X)%*%Vinvers%*
%y[,1]
btr <- 
sum(diag(solve(t(X)%*%Vinvers%*%X)%*%t(X)%*%
((-1)*Vinvers%*%I%*%Vinvers)%*%X))
gradg1 <- t(m1)%*%(I-
((I%*%Vinvers%*%G)+(G%*%((-
1)*Vinvers%*%I%*%Vinvers)%*%G)+(G%*%Vinvers%
*%I)))%*%m1

    bdist <- (1/(m*2))*Idev*btr
    distorsione[i,1] <- bdist*gradg1
  }

  #Taksiran MSE EBLUP
  mse.EBLUP <- g1-distorsione+g2+2*g3

  #list(beta=B.GLS, EBLUP=theta.EBLUP, 
g1=g1, g2=g2, g3=g3, 
  #MSE=mse.EBLUP)
  list(EBLUP=theta.EBLUP, beta=B.GLS, 
sigma2v=sigma2.v.estimate[k+1], 
       g1=g1, g2=g2, g3=g3, mse=mse.EBLUP, 
efekrandom=efek.random, V=V)
}
```

Lampiran 5. (Lanjutan)

```
hasil=EBLUP.area.ML(y, X, varX, m, tol=10e-
5, maxiter=100)
hasil
```

Lampiran 6. *Source Code* uji normalitas pengaruh acak dan galat metode EBLUP dengan *software R 3.5.2*

```
B.GLS<-hasil$beta
E.EBLUP=y-hasil$EBLUP
v.acak=hasil$efekrandom
library(nortest)
> ad.test(E.EBLUP)

        Anderson-Darling normality test

data:  E.EBLUP
A = 0.2407, p-value = 0.7634

> ad.test(v.acak)

        Anderson-Darling normality test

data:  v.acak
A = 1.6878, p-value = 0.0002185
```

Lampiran 7. ***Source Code*** **untuk uji signifikansi parameter pada metode EBLUP dengan** ***software R 3.5.2***

```
##Mendapatkan Nilai p
JKT <- sum(y^2)-m*mean(y)^2
JKR <- t(B.GLS)%*%t(X)%*%y-m*mean(y)^2
JKG <- JKT-JKR
KTG <- JKG/(m-4-1)
KTG <- matrix(KTG,length(B.GLS),1)
diagonal <- as.matrix(diag(solve(t(X)%*%X)))
SE  <- sqrt(diagonal*KTG)
t <- B.GLS/SE
Pvalue=dt(t,m-4-1)
```

Lampiran 8. ***Source Code*** **untuk Metode SEBLUP dengan** ***software R 3.5.2***

```
y = read.csv("D://skripsweeeet//data
ZY.csv",header=TRUE,sep=",")
X = read.csv("D://skripsweeeet//data
X.csv",header=TRUE,sep=",")
varX = read.csv("D://skripsweeeet//data
varX.csv",header=TRUE,sep=",")
W =
read.csv("D://skripsweeeet//pembobot.csv",header=
TRUE,sep=",")
y.asli =
read.csv("D://skripsweeeet//y.csv",header=TRUE,se
p=",")

y=as.matrix(y)
X=as.matrix(X)
varX=as.matrix(varX)
W=as.matrix(W)
y.asli=as.matrix(y.asli)
m=54

#Log-likelihood of rho and sigma.v
logl<-function(x)
{
  rhospat<-x[1]
  sigma.v<-x[2]
  I<-diag(1,m)
  V<-sigma.v*(solve((I-rhospat*W)%*%(I-
rhospat*t(W))))+varX[,1]*diag(1,m) #variance
covariance matrix
  b.stim.spat<-
solve(t(X)%*%solve(V)%*%X)%*%t(X)%*%solve(V)%*%y[
,1]
  ee<-eigen(V)

  #log-likelihood
  (-1)*(((-0.5)*m*log(2*pi))-
((0.5)*sum(log(ee$value)))-((0.5)*t(y[,1]-
(X)%*%b.stim.spat)%*%solve(V)%*%(y[,1]-
(X)%*%b.stim.spat)))
}
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
# Gradient function (partial derivatives)
grr<-function(x)
{
  rhospat<-x[1]
  sigma.v<-x[2]

  derRho<-2*W%*%(I-rhospat*t(W))
  derSigma<-solve((I-rhospat*W)%*%(I-
rhospat*t(W)))
  derVRho<-sigma.v*(derSigma%*%derRho%*%derSigma)

  V<-matrix(0,m,m)
  V<-sigma.v*(solve((I-rhospat*W)%*%(I-
rhospat*t(W))))+(diag(1,m)*vardir[,1])

  b.s<-
solve(t(X)%*%solve(V)%*%X)%*%t(X)%*%solve(V)%*%y[
,1]

  s<-matrix(0,2,1)
#Score function
  s[1,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(V)%*%derSigma))+((0.5)*(t(y[
,1]-
X%*%b.s)%*%(solve(V)%*%derSigma%*%solve(V))%*%(y[
,1]-X%*%b.s)))

  s[2,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(V)%*%derVRho))+((0.5)*(t(y[,
1]-
X%*%b.s)%*%(solve(V)%*%derVRho%*%solve(V))%*%(y[,
1]-X%*%b.s)))

  return(c(s[1,1],s[2,1]))
}

SEBLUP.area<-function(y, X, varX, m, W, tol=10e-
5, maxiter=50, method="ML", init=NULL)
{
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
res<-switch(method,
              ML = SEBLUP.area.ML(y, X, varX, m,
W, tol, maxiter,init)
  )

  if(is.null(res))
    print("Method should be ML\n")

  return(res)
}

#The SEBLUP starts here
SEBLUP.area.ML<-function(y, X, varX, m, W, tol,
maxiter,init)
{

  if(is.null(init))
  {
    limiti<-eigen(W)
    sup<-1/max(limiti$value) #upper limit
    inf<-1/min(limiti$value) #low limit
    ottimo<-
constrOptim(c(0.1,1000),logl,grr,method="scoring"
,ui=rbind(c(-1,0),c(1,0),c(0,1)),ci=c(-
sup,inf,0), control = list(trace=TRUE))
  }
  else
  {
    ottimo<-list(par=init)
  }
  #from here it starts the scoring method with
starting point these obteined from "Nelder-Mead"
alghoritm
  I<-diag(1,m)
  rho.stim.S<-0
  sigma2.u.stim.S<-0
  sigma2.u.stim.S[1]<-ottimo$par[2]
  rho.stim.S[1]<-ottimo$par[1]
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
   k<-0
   diff.S<-1
   while ( (diff.S>tol) && (k<maxiter) )
   {
     k<-k+1

     derRho<-2*W%*%(I-rho.stim.S[k]*t(W))
     derSigma<-solve((I-rho.stim.S[k]*W)%*%(I-
rho.stim.S[k]*t(W)))
     derVRho<-
sigma2.u.stim.S[k]*(derSigma%*%derRho%*%derSigma)

     V<-matrix(0,m,m)
     V<-(sigma2.u.stim.S[k]*(solve((I-
rho.stim.S[k]*W)%*%(I-
rho.stim.S[k]*t(W)))))+(diag(1,m)*varX[,1])

     b.s<-
solve(t(X)%*%solve(V)%*%X)%*%t(X)%*%solve(V)%*%y[
,1]

     s<-matrix(0,2,1)

     s[1,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(V)%*%derSigma)))+((0.5)*(t(y[
,1]-
X%*%b.s)%*%(solve(V)%*%derSigma%*%solve(V))%*%(y[
,1]-X%*%b.s)))
     s[2,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(V)%*%derVRho)))+((0.5)*(t(y[,
1]-
X%*%b.s)%*%(solve(V)%*%derVRho%*%solve(V))%*%(y[,
1]-X%*%b.s))) #score function

     #Idev is the information matrix
     Idev<-matrix(0,2,2)
     Idev[1,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derSigma%*%solve(V)%*%
derSigma)))
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
Idev[1,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derSigma%*%solve(V)%*%
derVRho)))
    Idev[2,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derVRho%*%solve(V)%*%d
erSigma)))
    Idev[2,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derVRho%*%solve(V)%*%d
erVRho)))

    par.stim<-matrix(0,2,1)
    par.stim[1,1]<-sigma2.u.stim.S[k]
    par.stim[2,1]<-rho.stim.S[k]

    stime.fin<-matrix(0,2,1)
    stime.fin<-par.stim+solve(Idev)%*%s #the
scoring procedure
    sigma2.u.stim.S[k+1]<-stime.fin[1,1]
    rho.stim.S[k+1]<-stime.fin[2,1]
    diff.S<-abs(stime.fin[1,1]-par.stim[1,1])
  }



  V<-matrix(0,m,m)
  V<-(sigma2.u.stim.S[k+1]*(solve((I-
rho.stim.S[k+1]*W)%*%(I-
rho.stim.S[k+1]*t(W)))))+(diag(1,m)*varX[,1])

  G<-(sigma2.u.stim.S[k+1]*(solve((I-
rho.stim.S[k+1]*W)%*%(I-rho.stim.S[k+1]*t(W)))))

  Bstim<-
solve(t(X)%*%solve(V)%*%X)%*%t(X)%*%solve(V)%*%y[
,1]

  m1<-diag(1,m)

  #Spatial EBLUP
  randeff<-m1%*%G%*%solve(V)%*%(y[,1]-
(X%*%Bstim))#Area effects
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
thetaEBLUPSpat<-X%*%Bstim+randeff
#m1%*%G%*%solve(V)%*%(y[,1]-(X%*%Bstim))
  varbeta<-solve(t(X)%*%solve(V)%*%X)

  #to estimate MSE for each small area
  #g1
  g1sp<-matrix(0,m,1)
  for (i in 1:m)
  {
    m1<-matrix(0,m,1)
    m1[i]<-1
    g1sp[i]<-t(m1)%*%(G-G%*%solve(V)%*%G)%*%m1
  }

  #g2
  g2sp<-matrix(0,m,1)
  for (i in 1:m)
  {
    m1<-matrix(0,m,1)
    m1[i]<-1
    g2sp[i]<-(X[i,]-
t(m1)%*%G%*%solve(V)%*%X)%*%solve(t(X)%*%solve(V)
%*%X)%*%t(X[i,]-t(m1)%*%G%*%solve(V)%*%X)
  }

  #g3

  derRho<-2*W%*%(I-rho.stim.S[k+1]*t(W))
  derSigma<-solve((I-rho.stim.S[k+1]*W)%*%(I-
rho.stim.S[k+1]*t(W)))
  derVRho<-
sigma2.u.stim.S[k+1]*(derSigma%*%derRho%*%derSigm
a)
  Idev<-matrix(0,2,2)
  Idev[1,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derSigma%*%solve(V)%*%
derSigma)))
  Idev[1,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derSigma%*%solve(V)%*%
derVRho)))
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
Idev[2,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derVRho%*%solve(V)%*%d
erSigma)))
  Idev[2,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*%derVRho%*%solve(V)%*%d
erVRho)))

  g3sp<-matrix(0,m,1)
  g3spgrad<-matrix(0,2,m)
  for (i in 1:m)
  {
    m1<-matrix(0,m,1)
    m1[i]<-1
    A<-(I-rho.stim.S[k+1]*W)%*%(I-
rho.stim.S[k+1]*t(W))
    AA<-2*rho.stim.S[k+1]*(W%*%t(W))-2*W
    g3spgrad[1,]<-
t(m1)%*%(solve(A)%*%solve(V)+G%*%((-
1)*solve(V)%*%solve(A)%*%solve(V)))
    g3spgrad[2,]<-
t(m1)%*%((sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%*%(AA)%*%solve(A)))%*%solve(V)+G%*%((
-1)*solve(V)%*%(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%*%(AA)%*%solve(A)))%*%solve(V)))
    g3sp[i]<-
sum(diag(g3spgrad%*%V%*%t(g3spgrad)%*%solve(Idev)
))
  }


  #bias
  bdist<-matrix(0,2,1)
  btr<-matrix(0,2,1)
  gradg1sp<-matrix(0,2,1)
  distorsionesp<-matrix(0,m,1)
  for (i in 1:m)
  {
    m1<-matrix(0,m,1)
    m1[i]<-1
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
    A<-(I-rho.stim.S[k+1]*W)%*%(I-
rho.stim.S[k+1]*t(W))
    AA<-2*rho.stim.S[k+1]*(W%*%t(W))-2*W

    gradg1sp[1,]<-t(m1)%*%(solve(A)-
((solve(A)%*%solve(V)%*%G)+(G%*%((-
1)*solve(V)%*%solve(A)%*%solve(V))%*%G)+(G%*%solv
e(V)%*%solve(A))))%*%m1
    gradg1sp[2,]<-
t(m1)%*%((sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%*%AA%*%solve(A)))-
((sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%*%AA%*%solve(A)))%*%solve(V)%*%G+(G%*
%((-1)*solve(V)%*%(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%*%AA%*%solve(A)))%*%solve(V))%*%G)+(G
%*%solve(V)%*%(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%*%AA%*%solve(A))))))%*%m1

    btr[1,]<-
sum(diag(solve(t(X)%*%solve(V)%*%X)%*%t(X)%*%((-
1)*solve(V)%*%solve(A)%*%solve(V))%*%X))
    btr[2,]<-
sum(diag(solve(t(X)%*%solve(V)%*%X)%*%t(X)%*%((-
1)*solve(V)%*%(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%*%AA%*%solve(A)))%*%solve(V))%*%X))

    bdist<-(1/(m*2))*(solve(Idev)%*%btr)
    distorsionesp[i,1]<-t(bdist)%*%gradg1sp
  }

  #estimated MSE
  msestimsp<-g1sp-distorsionesp+g2sp+2*g3sp
```

Lampiran 8. (Lanjutan)

```
#Return results
  list(SEBLUP=thetaEBLUPSpat, beta=Bstim,
sigma2u=sigma2.u.stim.S[k+1],
       rho=rho.stim.S[k+1], g1=g1sp, g2=g2sp,
g3=g3sp, mse=msestimsp,
       randeff=randeff, varbeta=varbeta,
varsigmarho=solve(Idev))

}
hasil=SEBLUP.area(y, X, varX, m, W, tol=10e-5,
maxiter=50, method="ML", init=NULL)
hasil
```

Lampiran 9. ***Source Code*** **uji normalitas pengaruh acak dan galat metode SEBLUP dengan** ***software R 3.5.2***

```
E.SEBLUP=y-hasil$SEBLUP
v.acak=hasil$randeff
library(nortest)
> ad.test(E.SEBLUP)

        Anderson-Darling normality test

data:  E.SEBLUP
A = 0.27294, p-value = 0.6546

> ad.test(v.acak)

        Anderson-Darling normality test

data:  v.acak
A = 1.3883, p-value = 0.001217
```

Lampiran 10. ***Source Code*** **uji signifikansi parameter pada metode SEBLUP dengan** ***software R 3.5.2***

```
##Mendapatkan Nilai p
B.GLS.S <- hasil$beta
JKT <- sum(y^2)-m*mean(y)^2
JKR <- t(B.GLS.S)%*%t(X)%*%y-m*mean(y)^2
JKG <- JKT-JKR
KTG <- JKG/(m-4-1)
KTG <- matrix(KTG,length(B.GLS.S),1)
diagonal <- as.matrix(diag(solve(t(X)%*%X)))
SE <- sqrt(diagonal*KTG)
t <- B.GLS.S/SE
Pvalue=dt(t,m-4-1)
```