

# Metode *Singular Spectrum Analysis* untuk Meramalkan Indeks Harga Konsumen Indonesia Tahun 2019

Maulinda Siti Nurrohmah Basari\*, Anneke Iswani Achmad

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

\*maulindasitinb@gmail.com, annekeiswani11@gmail.com

**Abstract.** Singular Spectrum Analysis (SSA) is a non-parametric time series analysis technique used for forecasting. As a non-parametric method and independent model, SSA can be used at certain times because it does not require the assumption of stationarity and does not require a logarithmic transformation. SSA has the advantage that it does not require the assumption of stationarity which shows that SSA is a good time series data technique to describe trend patterns and other components with a simple structure. The main concept in SSA is 'separation' which characterizes how well components can be separated from each other. SSA consists of two complementary stages, namely the decomposition stage and the reconstruction stage. In this study, we will discuss forecasting the 2019 Indonesian Consumer Price Index using the Singular Spectrum Analysis method with R-Forecasting because it can produce the most suitable results compared to other methods. Forecasting the Consumer Price Index (CPI) needs to be done to assist the government in formulating a policy. Forecasting the Consumer Price Index (CPI) with all forms of analysis and information produced to assist and support socio-economic activities in Indonesia, especially in the regions.

**Keywords:** Singular Spectrum Analysis, Consumer Price Index (CPI), R-Forecasting.

**Abstrak.** *Singular Spectrum Analysis* (SSA) adalah teknik analisis deret waktu non-parametrik yang digunakan untuk peramalan. Sebagai metode non-parametrik dan bebas model, SSA dapat digunakan pada beberapa deret waktu karena tidak memerlukan asumsi stasioneritas dan tidak memerlukan transformasi logaritma. SSA memiliki keunggulan yaitu tidak memerlukan asumsi stasioneritas dimana hal ini menunjukkan bahwa SSA adalah teknik analisis data deret waktu yang baik untuk menguraikan pola trend dan komponen lainnya dengan struktur yang sederhana. Konsep utama dalam SSA adalah 'pemisahan' yang mengkarakterisasi seberapa baik komponen berbeda dapat dipisahkan satu sama lain. SSA terdiri dari dua tahap yang saling melengkapi, yaitu tahap dekomposisi dan tahap rekonstruksi. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia Tahun 2019 menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* dengan *R-Forecasting* karena dapat menghasilkan hasil yang paling cocok dibandingkan metode lain. Dilakukan peramalan mengenai Indeks Harga Konsumen (IHK) perlu dilakukan karena untuk membantu pemerintah dalam menyusun suatu kebijakan. Peramalan Indeks Harga Konsumen (IHK) dengan segala bentuk analisis dan informasi yang dihasilkan guna membantu dan menunjang kegiatan sosial ekonomi di Indonesia, khususnya di daerah-daerah.

**Kata Kunci:** *Singular Spectrum Analysis*, Indeks Harga Konsumen (IHK), *R-Forecasting*.

## 1. Pendahuluan

Analisis deret waktu adalah suatu pengamatan yang dibangun berurutan dalam waktu. Analisis ini dilakukan untuk memperoleh pola data deret waktu, dengan menggunakan pengamatan

sebelumnya untuk memprediksi suatu nilai pada masa yang akan datang. Data yang dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu, baik dalam jam, hari, minggu, bulan, maupun dalam tahun. Lebih lanjut, akan dilakukan prediksi (*forecasting*) melibatkan pengamatan data masa lalu dan menempatkannya ke masa mendatang dalam suatu bentuk matematis.

Salah satu metode peramalan data deret waktu yang tengah berkembang saat ini adalah *Singular Spectrum Analysis* (SSA). Myung (2009) (dikutip dalam Khaeri, et.al., n.d), menunjukkan bahwa SSA adalah teknik analisis data deret waktu yang baik untuk menguraikan pola trend dan komponen lainnya dengan struktur yang sederhana. Lubis (2019) (dikutip dalam Satriani, et.al., 2020), yang meramalkan data IHK dengan membandingkan metode SSA dan SARIMA dan hasilnya menunjukkan bahwa metode SSA menunjukkan peningkatan nilai IHK yang cukup tinggi atau terjadi inflasi yang cukup tinggi.

Indeks Harga Konsumen atau yang biasa disebut IHK berperan penting sebagai dasar perhitungan inflasi suatu wilayah. IHK merupakan suatu indikator berupa nilai untuk mengetahui rata-rata perubahan harga dari suatu paket barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga pada kurun waktu tertentu. Perubahan IHK dari waktu ke waktu menggambarkan deflasi maupun inflasi dari suatu paket barang dan jasa pada umumnya.

Data IHK ini merupakan salah satu yang termasuk data deret waktu (*time series*) yang dianalisis menggunakan metode peramalan. Peramalan (*forecasting*) merupakan salah satu metode dalam ilmu statistik untuk melakukan peramalan keadaan dimasa mendatang, dengan berbagai model yang dapat digunakan salah satunya model *Singular Spectrum Analysis* (SSA). Maka dari itu penulis menggunakan pendekatan metode peramalan *Singular Spectrum Analysis* (SSA).

Berdasarkan uraian yang telah diungkapkan dalam latar belakang, maka diperoleh identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu, bagaimana permodelan dan peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA). Selanjutnya, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan model dan peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA).

## 2. Metodologi

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari publikasian Badan Pusat Statistik (BPS) dengan periode data dari bulan Januari 2015 sampai bulan Desember 2018. Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia.

### Prosedur Penelitian

1. Pembagian data pada beberapa penelitian yang penulis ketahui yaitu komposisi pembagian data yang sering digunakan oleh para peneliti, yaitu 80% data *training* dan 20% data *testing*. Maka dari itu penulis memakai komposisi tersebut.
2. Menyajikan hasil tahapan peramalan Indeks Harga Konsumen (IHK) menggunakan Metode *Singular Spectrum Analysis* (SSA) yang dilakukan dengan dua tahapan sebagai berikut :

Tahap Dekomposisi, yaitu melakukan proses *Embedding* dan *Singular Value Decomposition* dengan cara :

Embedding

- a. Data IHK diubah menjadi matriks *Trajectory* dengan dimensi  $L \times K$ .
  - b. Rentang pemilihan nilai  $L$  (*Window Length*) yang menjadi baris matriks adalah  $2 < L < N/2$ , dengan  $N$  tidak mengandung data hilang (*missing data*).
  - c. Sedangkan pemilihan  $K$  yang menjadi kolom matriks adalah  $K = N - L + 1$ .
- Singular Value Decomposition (SVD)

- a. Menentukan nilai Singular Value ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$ ) dari matriks  $S = XX^T$ .
- b. Menentukan nilai eigenvector ( $U_1, U_2, \dots, U_L$ ) dari matriks  $S$ .
- c. Menentukan nilai principal component ( $V_1, V_2, \dots, V_L$ ) dari matriks  $S$ .

Tahap Rekonstruksi, yaitu melakukan proses *Grouping* dan *Diagonal Averaging* dengan

cara :

#### Grouping

Jika pengelompokan berpedoman dari plot yang dapat dilihat secara visual maka bersifat subjektif maka dari untuk mengatasi masalah penulis melakukan analisis spektral.

#### Diagonal Averaging

Melakukan proses *Diagonal Averaging* yaitu dengan merekonstruksi masing-masing matriks yang terdapat pada matriks  $X$  saat *grouping* menjadi data deret waktu yang baru dengan panjang  $N$ .

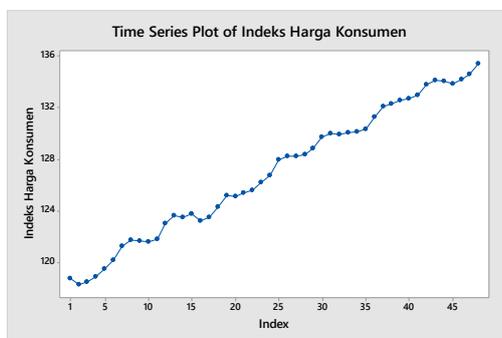
#### 3. Tahap Peramalan

Pada penelitian ini metode Peramalan SSA yang digunakan adalah dengan metode *recurrent (R-Forecasting)*.

#### 4. Memeriksa Akurasi Peramalan dengan menggunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.

### 3. Pembahasan dan Diskusi

#### Identifikasi Pola Data



**Gambar 1.** Plot Indeks Harga Konsumen Indonesia Periode Januari 2015 s.d. Desember 2018

Berdasarkan Gambar 1, pada plot Indeks Harga Konsumen Indonesia bulan Januari 2015 sampai dengan Desember 2018 tampak fluktuatif. Dari pola data plot diatas sudah terlihat jelas bahwa data indeks harga konsumen Indonesia periode Januari 2015 s.d. Desember 2018 tidak stasioner dalam rata-rata maupun varians yang artinya data ini cocok untuk dianalisis menggunakan metode *Singular Spectrum Analysis (SSA)*.

#### *Singular Spectrum Analysis (SSA)*

Sebelum memasuki tahap SSA, data akan dibagi dua bagian, maka dari itu 48 data deret waktu akan dibagi menjadi dua bagian yaitu 36 sebagai data *training* dalam pembentukan model dan 12 data sebagai data *testing* dalam mengukur akurasi model peramalan yang terbentuk.

##### 1. Embedding

Setelah melakukan trial and error maka Window Length ( $L$ ) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 sehingga diperoleh nilai  $K = N - L + 1 = 36 - 15 + 1 = 22$ . Hasil dari embedding akan membentuk matriks lintasan sebagai berikut :

$$X = (x_{i,j})_{15 \times 22} = \begin{pmatrix} 118,71 & 118,28 & 118,48 & \cdots & 125,59 \\ 118,28 & 118,48 & 118,91 & \cdots & 126,18 \\ 118,48 & 118,91 & 119,50 & \cdots & 126,71 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 123,75 & 123,19 & 123,48 & \cdots & 131,28 \end{pmatrix}$$

##### 2. Singular Value Decomposition (SVD)

Langkah awal yang dilakukan pada tahapan SVD adalah membentuk matriks  $S = XX^T$ . langkah selanjutnya adalah memperoleh nilai-nilai eigentriple :

- Singular Value ( $\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \dots, \sqrt{\lambda_L}$ )

Nilai eigenvalue dan singular value yang diperoleh dengan menggunakan software R

studio adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Eigenvalue dan Singular Value

No.	Eigenvalue	Singular Value
1	5,145837e+06	2268,4438129
2	2,187030e+01	4,6765688
⋮	⋮	⋮
15	2,791568e-01	0,5283529

Berdasarkan Tabel 1, nilai singular value untuk  $L_1 = 2268,4438129$  merupakan nilai terbesar, artinya eigenvalue dari  $L_1$  memberikan pengaruh terbesar dari komponen deret waktu terhadap karakteristik data dibandingkan dengan yang lainnya. Sedangkan nilai singular value  $L_{15} = 0,5283529$  merupakan nilai terkecil yang artinya memberikan pengaruh paling kecil terhadap karakteristik data.

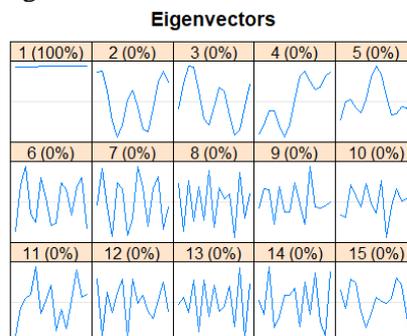
- Eigenvector ( $U_i$ )

Setelah mendapatkan nilai singular value maka selanjutnya tahap perhitungan nilai eigenvector. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai eigenvector dengan menggunakan software R Studio sebagai berikut:

**Tabel 2.** Eigenvector

	$U_1$	$U_2$	$U_3$	...	$U_{15}$
1	-0,2526933	0,33501030	0,08711171	...	0,18566301
2	-0,2533958	0,34751402	-0,22111431	...	-0,09369056
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	-0,2633838	0,21261555	-0,20933828	...	-0,53946320

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa nilai eigenvector sejumlah  $L = 15$  yang dimulai dari  $U_1$  dengan komponen -0,2526933 sampai dengan -0,2633838 dan  $U_{15}$  dengan komponen 0,18566301 sampai dengan -0,53946320. Komponen-komponen dari masing-masing eigenvector tersebut akan membentuk suatu plot yang dapat dilihat seperti pada Gambar 2 sebagai berikut.



**Gambar 2.** Plot Eigenvector Satu Dimensi

Plot-plot pada Gambar 2 terdiri dari sumbu yang mendatar merupakan window length (L) yang berjumlah 15. Sedangkan sumbu yang bergerak lurus dengan sumbu yang mendatar untuk tiap-tiap pola pada Gambar 2 merupakan nilai-nilai komponen dari tiap eigenvector.

Berdasarkan Gambar 2, secara kasat mata terlihat berbagai macam pola yang berbeda. Misalnya eigenvector ke-1 membentuk pola horizontal, sedangkan eigenvector ke-2 hingga eigenvector ke-15 nampak seperti membentuk pola musiman dan siklis yang ditandai dengan adanya komponen pola yang berulang.

- Principal Component ( $V_1, V_2, \dots, V_L$ )

Setelah didapatkan nilai singular value dan eigenvector, maka selanjutnya adalah principal component. Untuk principal component yang merupakan bagian dari eigentriple yang didapatkan dari persamaan  $V_i = \frac{x^T U_i}{\sqrt{\lambda_i}}$  dengan  $L = 15$  dapat ditunjukkan sebagai berikut.

**Tabel 3.** Principal Component

	$V_1$	$V_2$	$V_3$	...	$V_{15}$
1	-468,9265	0,8200788	1,28933048	...	-0,083019781
2	-470,0805	-0,5024344	1,61906807	...	0,035789431
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
22	-498,7395	-1,1595435	-0,83721611	...	-0,068477927

Berdasarkan nilai principal component yang diperoleh pada Tabel 4.3, jika dibuat plot untuk masing-masing komponen dari principal component maka akan membentuk pola yang serupa dengan plot eigenvector satu dimensi (Sakinah, 2012) (dikutip dalam Syafitra, 2020). Oleh karena itu, identifikasi komponen dapat menggunakan eigenvector atau principal component. Namun pada penelitian ini, penulis akan menggunakan nilai eigenvector dalam melakukan identifikasi komponen.

3. Grouping

Grouping adalah pengelompokan matriks eigentriple menjadi beberapa kelompok. Pengelompokan dapat dilakukan dengan melihat pola nilai eigenvector pada Gambar 4.3 secara subjektif atau dapat dengan melakukan analisis spektral untuk melihat pola dan periode masing-masing eigenvector.

Berdasarkan hasil pengujian pola musiman dengan menggunakan syntax pada Darmawan, Mulyani, dan Sudartianto (2012) (dikutip dalam Syafitra, 2020). dapat disimpulkan bahwa 7 eigenvector lolos dalam pengujian pola musiman. Eigenvector yang tidak lolos dalam pengujian pola musiman dan dilihat secara grafis tidak memiliki pola akan dianggap sebagai noise. Eigenvector yang memiliki pola musiman dengan periode lebih besar dari 12 akan dikategorikan sebagai siklis (Darmawan dkk, 2015) (dikutip dalam Syafitra, 2020).

Berdasarkan pendekatan periode yang ditunjukkan pada analisis spektral dan melihat pola dari Gambar 4.3 maka eigenvector dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4.** Anggota Grouping Eigenvector yang Terbentuk

Kelompok	Eigenvector	Pola	Periode
----------	-------------	------	---------

1	5	Siklis	
2	9,10	Musiman	3
3	6,7	Musiman	4
4	1,4	Musiman	7

#### 4. Diagonal Averaging

Setelah diketahui banyaknya pengelompokkan, pada tahap ini empat buah kelompok yang sudah terbentuk pada tahap sebelumnya disusun kembali menjadi deret yang baru berupa series unidimensi yang akan digunakan dalam peramalan. Diagonal averaging dapat dihitung dengan menjumlahkan hasil rekonstruksi untuk tiap komponennya. Kemudian residual didapat dari selisih antara data aktual dengan hasil data rekonstruksinya.

**Tabel 5.** Hasil Diagonal Averaging

No	Data Aktual	Diagonal Averaging				Data Rekonstruksi	Residual
		Siklis	Season 1	Season 2	Season 3		
1	118,71	-0,1519	0,0126	0,2151	118,2795	118,3554	0,3546
2	118,28	-0,0604	-0,0956	-0,1141	118,7070	118,4370	-0,1570
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
36	135,39	-0,1206	0,0054	0,1187	131,3291	131,3325	-0,0525

#### Peramalan Menggunakan SSA

Sebelum melakukan peramalan, dihitung nilai Koefisien *Linear Recurrent Formula* ( $a_j$ ). Banyaknya nilai  $a_j$  adalah sebanyak *window length* dikurang satu dan akan didapat koefisien LRF sebagai berikut.

**Tabel 6.** Koefisien Linear Recurrent Formula ( $a_j$ )

LRF	$a_j$
1	0,07151650
2	0,07171534
3	0,07193914
⋮	⋮
14	0,07433515

Langkah selanjutnya adalah menentukan model persamaan SSA untuk meramalkan Indeks Harga konsumen Indonesia. Model ini dibentuk berdasarkan koefisien LRF yang telah diperoleh. Adapun model persamaan untuk meramalkan Indeks Harga Konsumen Indonesia

adalah sebagai berikut :

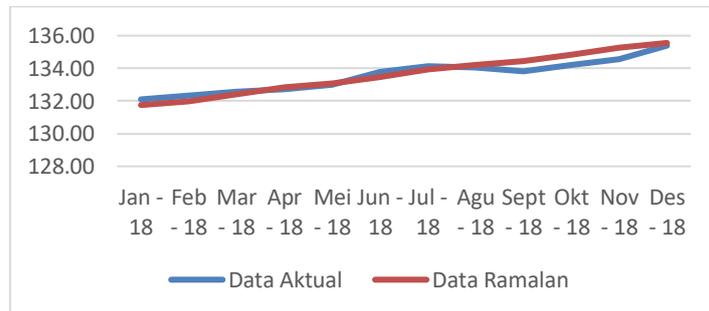
$$g_i = 0,07151650g_{i-1} + 0,07171534g_{i-2} + 0,07193914g_{i-3} + \dots + 0,07433515g_{i-14}$$

Peramalan menggunakan metode SSA dengan *R-Forecasting* melibatkan data hasil rekonstruksi pada tahap *diagonal averaging* diperoleh hasil peramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia sebagai berikut :

**Tabel 7.** Nilai Ramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia pada Data *Testing*

Bulan Ke-	Nilai Ramalan	Bulan Ke-	Nilai Ramalan
37	131,7529	43	133,9201
38	131,9839	44	134,2246
39	132,4238	45	134,4435
40	132,8340	46	134,8474
41	133,0859	47	135,2792
42	133,4526	48	135,5554

Nilai ramalan pada Tabel 4.8 merupakan nilai taksiran untuk mengevaluasi model yang sudah dibentuk sebelumnya. Evaluasi model dilakukan dengan cara membandingkan hasil peramalan dengan metode SSA *R-Forecasting* dengan nilai aktualnya pada data *testing* (data uji).



**Gambar 3.** Grafik Data Aktual (*Testing*) dan Data Ramalan

Secara grafis perbedaan antara nilai aktual dan taksiran dapat digambarkan pada Gambar 4.6 terlihat bahwa nilai taksiran pada data *testing* cenderung mengikuti nilai aktual.

**Pengukuran Ketepatan Peramalan**

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode SSA *R-Forecasting* dari data testing didapat MAPE sebesar 0,2428%. Dapat diketahui pula bahwa plot data nilai ramalan mendekati plot data aktual, hal ini membuktikan bahwa metode SSA sudah cukup baik digunakan untuk meramalkan Indeks Harga Konsumen Indonesia.

Kemudian, parameter *window length (L)* tersebut akan digunakan kembali untuk meramalkan Indeks Harga Konsumen Indonesia pada bulan Januari 2019 - Desember 2019.

**Tabel 8.** Nilai Ramalan Indeks Harga Konsumen Indonesia pada bulan Januari 2019 s.d. Desember 2019

Bulan	Nilai Ramalan	Bulan	Nilai Ramalan
Jan - 2019	135,9045	Juli - 2019	138,1594

Feb - 2019	136,3625	Agu - 2019	138,5165
Mar - 2019	136,6973	Sept - 2019	138,9591
Apr - 2019	137,0046	Okt - 2019	139,2953
Mei - 2019	137,4505	Nov - 2019	139,5977
Juni - 2019	137,8691	Des - 2019	140,0262

Secara umum, terlihat hasil peramalan untuk indeks harga konsumen bulan Januari 2019 sampai dengan Desember 2019 nilainya cenderung stabil seperti tahun-tahun sebelumnya dan mengalami kenaikan untuk bulan Januari 2019 sampai dengan Desember 2019 dibandingkan pada tahun-tahun sebelumnya.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan plot data nilai ramalan mendekati plot data aktual, hal ini membuktikan bahwa metode SSA sudah cukup baik digunakan sebagai alternatif metode dalam meramalkan Indeks Harga Konsumen Indonesia. Pada penelitian ini teknik peramalan *recurrent* pada metode SSA terbaiknya adalah dengan model peramalan  $g_i = 0,07151650g_{i-1} + 0,07171534g_{i-2} + 0,07193914g_{i-3} + \dots + 0,07433515g_{i-14}$ , nilai *window length* ( $L$ ) = 15 dan jumlah grup ( $r$ ) = 4 dengan hasil MAPE yang diperoleh yaitu sebesar 0,2428%. Hal ini terlihat dari hasil MAPE yang termasuk kategori peramalan dengan akurasi tinggi.

#### Acknowledge

Thanks god for helping to this research. Thankyou to my family and my friend for their prayers and support. Thank you to my lecture who has given the knowledge. May Allah reward all the goodness.

#### Daftar Pustaka

- [1] Golyandina, N., Nekrutkin, V., & Zhigljavsky, A. A. (2001). *Analysis of Time Series Structure SSA*. America: CRC Press, LLC.
- [2] Khaeri, H., Yulian, E., & Gumgum Darmawan. (n.d.). PENERAPAN METODE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS (SSA) PADA PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG KERETA API DI INDONESIA TAHUN 2017. *Jurnal Euclid*, 8-20.
- [3] Satriani, Nursalam, & Iknas, R. (2020). Peramalan Indeks Harga Konsumen (IHK) di Sulawesi Selatan dengan Menggunakan. *Jurnal Matematika dan Statistika*, 81-89.
- [4] Syafitra, F. Khansa. (2020). *METODE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS DALAM PERAMALAN VOLUME ANGKUTAN BARANG RETAIL JENIS OVER NIGHT SERVICE MELALUI KERETA API*. Skripsi tidak dipublikasikan. Bandung: Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjdjaran.
- [5] Shofwani Sheila Ghazia, Kudus Abdul. (2021). *Penentuan Kriteria Pengunjung dalam Pemilihan Green Hotel di Kota Bandung Menggunakan Metode Discrete Choice Experiment dengan Desain Choice Sets Kombinatorial*. *Jurnal Riset Statistika*, 1(1), 1-9.