

**PENERAPAN MODEL BAYESIAN MOVING AVERAGE
UNTUK PEMODELAN DATA PENDAPATAN HARIAN
RETRIBUSI PELAYANAN PASAR DINAS PERDAGANGAN
KOTA SALATIGA**

Laras Andriani Rachayu¹⁾, Adi Setiawan²⁾, Lilik Linawati³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Matematika,

Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Jawa Tengah

e-mail: larasandriani372@gmail.com , adi.setiawan@staff.uksw.edu,

lilik.linawati@staff.uksw.edu

Abstrak

Retribusi Daerah khususnya Retribusi Pelayanan Pasar menjadi salah satu sumber PAD (Pendapatan Asli Daerah) yang penting di Kota Salatiga. Pengelolaan Retribusi Pelayanan Pasar merupakan tugas Dinas Perdagangan selaku pengelola pelayanan pasar. Namun demikian Dinas Perdagangan Kota Salatiga tidak pernah menggunakan data hasil pendapatan retribusi pelayanan pasar untuk membuat perencanaan. Melihat permasalahan tersebut maka diperlukan suatu analisis untuk data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar. Sebelum melakukan analisis diperlukan pemodelan data pendapatan terlebih dahulu. Pemodelan dilakukan untuk mengetahui apakah data bisa diestimasi dengan menggunakan metode tertentu. Penelitian ini membahas tentang pemodelan data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar Kota Salatiga menggunakan model Moving Average(MA) berdasarkan metode Bayesian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar dari bulan September 2016 sampai dengan bulan Maret 2018. Data dianalisis menggunakan model runtun waktu dengan bantuan packages Program R. Model yang diperoleh adalah IMA(Integrated Moving Average)(1,1) Musiman, untuk estimasi parameter menggunakan Metode Bayesian yang menghasilkan $\hat{\theta}$ sebesar -0.570719 dan σ sebesar 1.403×10^6 . Harapan penulis hasil penelitian ini bisa menjadi masukan bagi Dinas Perdagangan Kota Salatiga agar kedepan hasil retribusi juga bisa digunakan untuk perencanaan dan untuk menentukan target Pendapatan Asli Daerah Kota Salatiga.

Kata Kunci: Bayesian; Moving Average; PAD; Pemodelan; Retribusi

1. PENDAHULUAN

Dari beberapa pendapatan asli daerah di Kota Salatiga, retribusi daerah merupakan salah satu pendapatan terpenting di samping pajak. Sejak diberlakukannya otonomi daerah tersebut Kota Salatiga berusaha secara efektif meningkatkan sumber Pendapatan Asli Daerah dengan mengeluarkan Perda Kota Salatiga No. 10 Tahun 1998 tentang Retribusi Pelayanan Pasar. Menurut Perda yang terbaru No. 01 Tahun 2017 Retribusi Pelayanan Pasar ini dipungut berdasarkan fasilitas yang ditempati, kelas fasilitas, dana kebersihan

dan dana keamanan. Dinas Perdagangan selaku pengelola pelayanan pasar menerapkan 2 sistem dalam penarikan retribusi pelayanan pasar yaitu dengan cara pungutan langsung menggunakan besaran karcis Rp. 200,00, Rp. 300,00, Rp. 500,00, dan Rp. 1.000,00 serta menggunakan Sistem e-retribusi yang difasilitasi oleh Bank Jateng.

Untuk cara pungutan langsung dilakukan setiap hari dari hari Senin sampai hari Minggu, namun penyetoran hanya dilakukan setiap hari Senin sampai Sabtu sedangkan hasil pungutan pada hari Minggu dikumpulkan bersama pada hari Senin. Hal tersebut menyebabkan hasil pendapatan hari Senin selalu lebih tinggi dari hari lain. Selain masalah pengumpulan dan pencatatan pendapatan tadi, Dinas Perdagangan juga tidak pernah menerapkan berapa target yang ingin dicapai untuk pendapatan retribusi pelayanan pasar tersebut. Pendapatan harian retribusi pelayanan pasar hanya dicatat dan tidak digunakan untuk membuat perencanaan pada tahun berikutnya. Agar dapat membuat perencanaan dan target pendapatan yang lebih baik maka diperlukan pemodelan matematika untuk data pendapatan retribusi pelayanan pasar tersebut.

Banyak model Matematika yang dapat digunakan dalam melakukan analisis mulai dari analisis yang sederhana sampai dengan analisis yang rumit. Salah satu analisis yang banyak digunakan yaitu analisis runtun waktu sebagai dasar dalam melakukan peramalan. Namun sebelum melakukan peramalan, perlu dilakukan pemodelan terlebih dahulu guna mengetahui data yang digunakan dapat di estimasi terhadap suatu metode tertentu.

Adapun jurnal atau penelitian yang berkaitan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Suparman dkk. (2014) yang membahas tentang estimasi parameter pada biaya pelayanan penumpang di Bandara Internasional Adi Sutjipto dan didapatkan metode bayesian ARMA dapat diperoleh order p dan q serta dapat mengestimasi koefisien ϕ , θ , σ^2 .

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Entin Hidayah dkk. (2011) yang mempelajari hubungan antara struktur model hujan terhadap pola kejadian

hujan dan tinggi hujan. Struktur model merupakan kombinasi model autoregresi, moving average, musiman, dummy dan prosedur adjusting. Estimasi model dilakukan dengan menggunakan metode Bayesian. Hasil studi menyatakan bahwa model AR 1 musiman dengan dummy merupakan model yang tepat untuk memodelkan disagregasi hujan.

Pada kasus ini, data diolah menggunakan analisis data runtun waktu MA (Moving Average) untuk mendapatkan model data retribusi pelayanan pasar. Selanjutnya, untuk mengestimasi parameter digunakan metode Bayesian. Analisis runtun waktu dipilih karena data yang digunakan terkait dengan waktu dan metode Bayesian dipilih karena masih jarang digunakan dalam penelitian. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk memperoleh model data retribusi pelayanan pasar menggunakan model Moving Average berdasarkan metode Bayesian menggunakan packages program R.

2. METODE PENELITIAN

a. Dasar Teori

1.1. Moving Average (MA)

Moving Average adalah hubungan yang menyatakan nilai saat ini sebagai jumlah berbobot dari gangguan kecil (*white noise*) pada waktu sebelumnya atau tergantung pada nilai-nilai sebelumnya dari unsur kesalahan. Bentuk umum dari *Moving Average* MA(q) sebagai berikut (Wei,2006) :

$$X_t = \alpha_t - \theta_1\alpha_{t-1} - \dots - \theta_q\alpha_{t-q} \quad (1)$$

dengan

$\theta_i\alpha_{t-i}$: nilai-nilai terdahulu dari kesalahan untuk $i = 1,2,\dots,q$,

α_t : kesalahan pada saat t ,

θ_i : parameter MA untuk $i = 1,2,3, \dots ,q$.

Selain itu terdapat juga model MA musiman dengan periode s yaitu

$$X_t = a_t + \theta a_{t-s} \quad (2)$$

1.2 .Estimasi Bayesian untuk model MA(1) Musiman

Order pertama Moving Average invertible, dengan $-1 < \theta < 1$. Untuk model musiman MA(1) dengan periode 6

$$X_t = a_t - \theta a_{t-6} \quad (3)$$

Sehingga estimasi dari $\hat{\theta}$ yaitu :

$$\hat{\theta} \approx r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \hat{a}_{i-1}}{\sum_{i=2}^n \hat{a}_{i-1}^2} \quad (4)$$

Dengan

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \hat{a}_{i-1}}{\sum_{i=2}^n \hat{a}_{i-1}^2} \quad (5)$$

$$a = \left\{ \frac{(2\alpha + \sum_{i=2}^n x_i^2)}{\sum_{i=2}^n x_i^2} \right\} - r^2 \quad (6)$$

$$m = \frac{n + 2d}{2} - 1 \quad (7)$$

Parameter variansi σ^2 dapat di estimasi dengan:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{a \sum_{i=2}^n \hat{a}_{i-1}^2}{2m-1} \quad (8)$$

b. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Perdagangan Kota Salatiga dari bulan September 2016 sampai dengan bulan Maret 2018.

Setelah data diperoleh, dilakukan pengolahan data sebagai berikut:

1. Organisasi Data

Rekapitulasi data dan mencari rata-rata pendapatan harian retribusi pelayanan pasar selama 1 minggu (Senin-Sabtu)

2. Uji kestasioneran data

Mengecek apakah data sudah stasioner atau belum menggunakan uji *adf.test* menggunakan *packages* program R

3. Membuat grafik ACF dan PACF untuk menganalisis model *time series*

4. Uji normalitas residual dengan *tsdiag* dari model *time series*

Menguji apakah residu sudah normal menggunakan *tsdiag (time series diagnostics)* dengan bantuan *packages* program R

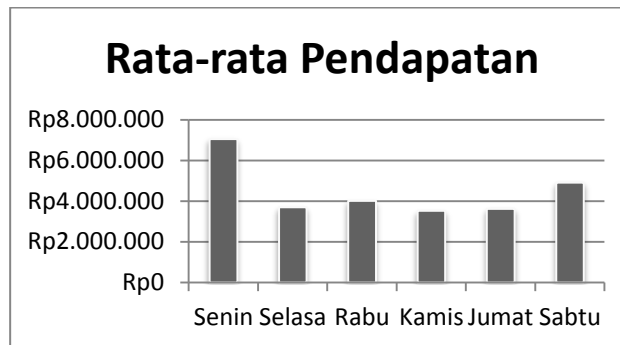
5. Menentukan parameter model dengan simulasi berdasarkan Metode Bayesians Simulasi parameter model berdasarkan Metode Bayesians dengan bantuan *packages* program R

6. Validasi model simulasi dengan data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Rekapitulasi data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar yang didapat dari Dinas Perdagangan Kota Salatiga. Setelah itu dicari jumlah pendapatan perhari dan dirata-rata pendapatan setiap hari dalam 1 minggu(Senin-Sabtu) seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pendapatan Rata-Rata Harian dari Senin-Sabtu

Gambar 1. Dari grafik pendapatan rata-rata diatas, terlihat jika rata-rata pendapatan pada hari Senin lebih tinggi dibandingkan dari hari lain, dikarenakan pendapatan pada hari Minggu dikumpulkan bersama hasil pendapatan pada hari Senin.

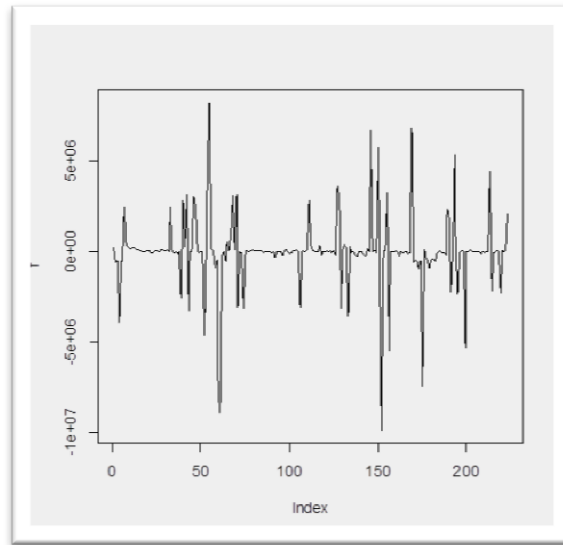
3.2 Uji kestasioneran data

Setelah data diperoleh, dilakukan pengecekan apakah data sudah stasioner atau belum dengan menggunakan uji adf.test untuk mengetahui nilai- p nya. Jika nilai $p < 0.05$ artinya data sudah stasioner, namun jika nilai $p > 0.05$ artinya data belum stasioner dan perlu differensialkan hingga diperoleh data yang stasioner.

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: d
>ickey-Fuller = -4.271, Lag order = 6, p-value = 0.01
lternative hypothesis: stationary
```

Gambar 2 Uji Adf Test Data Pendapatan Harian Retribusi Pelayanan Pasar.

Gambar 2 Dari hasil perhitungan di atas didapatkan nilai p sebesar 0.01 yang artinya nilai tersebut kurang dari 0.05 sehingga data pendapatan tersebut sudah stasioner.

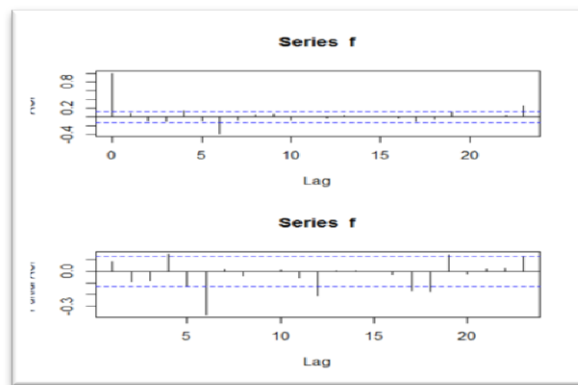


Gambar 3 Grafik Data Pendapatan Harian Retribusi Pelayanan Pasar yang Sudah Stasioner.

Gambar 3 Menunjukkan grafik data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar yang sudah stasioner dengan proses differencing 1 kali dilihat dari pola data yang naik turunnya sudah stabil pada nilai tengah.

3.3 Membuat grafik ACF dan PACF untuk menganalisis model *time series*

Setelah mengetahui data stasioner, selanjutnya membuat grafik ACF dan PACF untuk menganalisis model *time series* apa yang digunakan.



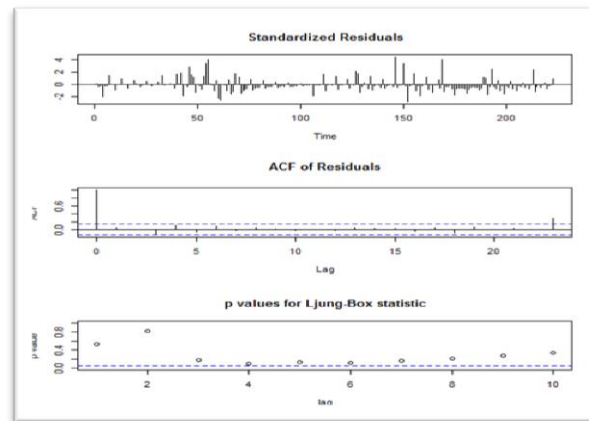
Gambar 4 Grafik ACF dan PACF Model *Time Series*.

Gambar 4 Dari analisis grafik ACF didapatkan grafik cut off setelah lag ke 5 dan pada PACF grafik cenderung turun secara eksponensial. Yang

artinya data tersebut memiliki model Moving Average(1), pada *lag* ke 6 data signifikan yang artinya data tersebut musiman dengan model MA 1.

3.4 Mengecek normalitas residual dengan *tsdiag* dari model *time series*.

Selanjutnya, menganalisis normalitas residual yang dapat dilihat dari grafik *tsdiag* model. Seperti yang disajikan pada Gambar 4.4



Gambar 5 Grafik *tsdiag* model *timeseries* data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar.

Gambar 5 dari grafik *standardized residuals* sudah memenuhi asumsi normal yang batasnya dari -3 sampai dengan 3, dari ACF residualnya juga dapat dilihat bahwa residual tidak saling berkorelasi secara individu maupun kelompok terbukti dengan tidak adanya garis yang melewati 0 setelah lag pertama dan yang terakhir nilai p tidak ada yang dibawah 0 sehingga dapat disimpulkan bahwa residunya sudah normal.

3.5 Menentukan parameter model dengan simulasi berdasarkan metode bayesian.

Software R dapat membantu dalam perhitungan $\hat{\theta}$ dan σ^2 dengan beberapa model simulasi. Adapun langkah-langkah penggunaan software R untuk simulasi ini dapat dilihat pada lampiran 3. Berikut adalah hasil simulasi dengan menggunakan beberapa model Moving Average dengan n sebanyak

1000. Simulasi dinyatakan berhasil apabila nilai $\hat{\theta}$ sudah mendekati θ_{input} dan θ_{hasil} .

Tabel 1 Hasil Simulasi untuk penentuan parameter berdasarkan metode bayesian

Model Simulasi	θ_{input}	σ	θ_{hasil}	$\hat{\theta}$	σ^2
MA(1)	0.1	2	0.0998	0.0975	3.964592
MA(1) Musiman	0.5	2	0.5087	0.507	2.999784
IMA(1,1)	0.1	2	-0.1267	-0,0988	3.964592
IMA(1,1)Musiman	0.5	2	-0.5004	-0,497	2.635622

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai θ yang diinputkan hasilnya akan semakin mendekati model yang diinginkan. Sedangkan untuk σ^2 hasilnya akan mendekati model yang diinginkan apabila θ yang diinputkan kecil, ada kemungkinan σ^2 belum cocok untuk simulasi

3.6 Validasi model simulasi dengan data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar.

Setelah didapatkan beberapa model dari simulasi, kemudian dilakukan validasi dengan data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar. Dipilih model IMA(1,1) musiman dengan periode 6hari untuk data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar karena data yang digunakan telah didifference 1 kali. Berikut hasil model IMA(1,1) dengan software R disajikan pada Gambar 6.

```

arima(x = I, seasonal = list(order = c(0, 0, 1), periode = 6), include.mean = FALSE)

Coefficients:
      sma1
      -0.6612
s.e.      0.0780

sigma^2 estimated as 2.954e+12: log likelihood = -3519.76, aic = 7043.52
    
```

Gambar 6 Hasil Pemodelan Time Series Data Pendapatan Harian Retribusi Pelayanan Pasar.

Setelah didapatkan hasil θ sebesar -0.6612 dan σ^2 sebesar 2.954e+12 seperti pada Gambar 4.6 kemudian dilakukan estimasi parameter menggunakan metode bayesian untuk mendapatkan nilai parameter $\hat{\theta}$ dan σ^2 . Didapatkan hasil $\hat{\theta} = -0.5707195$ dan $\sigma^2 = 1.9.70964e+12$. Seperti hasil simulasi yang disajikan pada Tabel 2. Model sudah sesuai apabila hasil dari $\hat{\theta}$ sudah mendekati θ hasil dari model *time series*nya.

4 SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan bahwa model IMA(1,1) musiman bisa digunakan untuk memodelkan data pendapatan harian retribusi pelayanan pasar dan untuk mengestimasi parameter dalam model IMA (1,1) musiman bisa digunakan metode Bayesian untuk membantu menentukan parameter $\hat{\theta} = -0.5707195$ dan $\sigma = 1.403 \times 10^6$.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, D.D. (2017): *Pajak Daerah dan Retribusi Daerah*, Malang
- Anonim, *Peraturan Daerah Kota Salatiga No.01 Tahun 2017 Tentang Retribusi Jasa Umum*.
- Box, George E.P and Tiao, George C. 1973. *Bayesian Inference in Statistical Analysis*. London: Addison-Wesley Publishing Company
- Bracegirdle, I.C. (2013) *Inference in Bayesian Time Series Models*, London.
- Law, A.M; W. David Kelton. 2000. *Simulation Modelling and Analysis*, 3rd Edition. Boston: McGraw Hill Inc-Industrial Engineering Series.
- Lutkepohl, Helmut, 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer Science+Business Media, Inc., Berlin.
- Makridakis, S., Megee E., dan Wheel, W.S.. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jilid 1. Terjemahan Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara. 1999.
- Setiawan, Adi. 2017. *Analisis Data Statistik*. Salatiga : Tisara Grafika Salatiga.

- Wei, W. W. S. (1990) *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*, Addison Wesley, California.
- Cryer, J.D. & Chan, K.S. (2008). *Time Series Analysis: With Application in R: Second Edition*. USA: Springer Science dan Business Media, LLC.
- Danang. (2008). "Peramalan (Forecasting) Potensi Pendapatan Asli Daerah Sebagai Sumber Pendapatan Daerah Kota Klaten Berbasis Android". *Skripsi*. Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Amikom Yogyakarta.
- Depy V, Hasbi Y, Tatik W.(2016) "Pemodelan Pendapatan Asli Daerah(PAD) di Kabupaten dan Kota du Jawa Tengah Menggunakan Geographically Weight Ridge Regression" *Jurnal Gaussian*. Vol 5, No 3, Hal 383-393.
- Hidayah, Ethin., Iriawan, Nur., Anwar, Nadjadji., dan Edijatn. 2011. Generating Hourly Rainfall Model using Bayesian Time Series Model (A Case Study at Sentral Station, Bondowoso). *IPTEK, The Journal for Technology and Science*. Vol. 22, No. 1, February 2011: halaman 50-56.
- Suparman., Doisy., dan Michel. 2014. Hierarchical Bayesian of ARMA Models Using Simulated Annealing Algorithm. *TELKOMNIKA*. Vol.12, No.1, March 2014: halaman 87-96 ISSN: 1693-6930.
- Mutiarani, V. 2012. Penerapan Model Regresi Linier Bayesian Untuk Mengestimasi Parameter Dan Interval Kredibel. *Prosiding, Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika yang diselenggarakan oleh FMIPA UNY, tanggal 10 November 2012*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Researchgate :

<https://www.researchgate.net/publication/26445576>

<https://www.researchgate.net/publication/bayesiantimeseriesanalysis>

