

Artikel : [Akses terbuka/Open Access](#)

Peramalan Jumlah Penumpang Kapal di Pelabuhan Pantai Baru dengan Metode Sarima Dan Winter's Exponential Smoothing

Sitasi : Negara, 2021, JSTAR 1(1), 63-78.

Kronologi naskah.

Submit : 22 Mei 2021

Revisi : 31 Mei 2021

Diterima : 2 Juni 2021



Penyedia Data Statistik Berkualitas untuk
Indonesia Maju

REFORMASI BIROKRASI



Peramalan Jumlah Penumpang Kapal di Pelabuhan Pantai Baru dengan Metode SARIMA dan *Winter's Exponential Smoothing*

Ribowo Inmas Puja Negara¹

¹Fungsi Statistik Distribusi, Badan Pusat Statistik Kabupaten Rote Ndao Provinsi NTT, Indonesia

#korespondensi author: ribowo.inmas@bps.go.id

Abstract

This paper discusses the modeling of the number of ship passengers at Pantai Baru Port, Rote Ndao Regency. The number of ship passengers always change fluctuately every year and tends to be more stable than other modes of transportation such as fast boats at Ba'a Port and planes, especially during the Covid-19 pandemic. Therefore it is necessary to predict the number of passengers, so the result can help the government to determine policies and maintain health protocols at Pantai Baru port, help in providing swab and rapid test kits for passengers, and help ship managers to determine the number of ships' activity at Pantai Baru port so as not to suffer losses if number of passengers loaded does not meet the minimum travel costs. Forecasting number of passengers is done by choosing the best method between the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) method and Winter's Exponential Smoothing method because it is indicated that the number of ship passengers is influenced by data trends and seasonal patterns. The best SARIMA method obtained is SARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² and best Winter's Exponential Smoothing method is the multiplicative model with alpha 0.8, beta 0.1, and gamma 0.1. Based on the MSE comparison value, model SARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² is more suitable than Winter's Exponential Smoothing method for predicting the number of ship passengers at Pantai Baru Port. Then, by using model SARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² to predicting the number of ship passengers at Pantai Baru Port for next 12 months.

Keyword: Forecasting, Ship Passenger, SARIMA, Pantai Baru Port.

1. Pendahuluan

Pada Februari 2020, pandemi Covid-19 mulai masuk ke Indonesia dan perlahan virus ini mulai menyebar ke daerah-daerah di seluruh Indonesia. Meskipun baru ditemukan adanya kasus di beberapa daerah akan tetapi secara tidak langsung hal ini mulai berdampak pada aktivitas ekonomi di seluruh daerah terutama di sektor transportasi. Hal ini menyebabkan adanya pembatasan aktivitas perjalanan guna

mengurangi penyebaran virus Covid-19 ini dan mulai adanya beberapa persyaratan untuk masyarakat untuk melakukan perjalanan, selain itu ditambah muncul ketakutan masyarakat akan tertular penyakit ini membuat minat aktivitas di sektor transportasi menurun di Indonesia, apalagi sektor transportasi merupakan sektor yang sangat penting di Kabupaten Rote Ndao terutama moda transportasi laut mengingat kondisi wilayah geografis

yang berupa kepulauan dan terpisah dari kabupaten/kota lainnya. Hal ini tentu langsung pada berimbas pada moda transportasi lau dan udara yaitu dengan dikurangi kunjungan pesawat maupun kunjungan kapal tentunya juga diikuti menurunnya jumlah penumpang. Akan tetapi moda transportasi laut untuk kapal ASDP dan ferry bisa dikatakan stabil untuk aktivitas bongkar muat baik kunjungan kapal maupun penumpang di Pelabuhan Pantai Baru meskipun tetap ada penurunan dari jumlah penumpang.

Oleh karena itu peramalan data jumlah penumpang kapal ASDP dan ferry di Pelabuhan Pantai Baru masa mendatang merupakan suatu hal yang penting dan perlu dilakukan untuk membantu pemerintah daerah dalam menentukan kebijakan dan untuk mempersiapkan langkah antisipasi untuk tetap menjaga protokol kesehatan di pelabuhan Pantai Baru selain itu juga untuk membantu dalam menyiapkan alat *rapid test* maupun *swab test* untuk masyarakat sebagai syarat melakukan perjalanan. Hasil peramalan ini juga dapat berguna bagi pihak pengelola kapal ASDP maupun pengelola kapal lambat swasta untuk menentukan banyak jumlah kapal yang melakukan aktivitas bongkar muat di pelabuhan Pantai Baru agar tidak mengalami kerugian apabila jumlah penumpang maupun barang yang dimuat tidak memenuhi minimal biaya operasional kapal. Data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru yang digunakan untuk peramalan merupakan data runtun waktu (*time series*) dimana data

ini dikumpulkan setiap bulan di Kantor UPP Kelas III Ba'a. Sedangkan menurut Wei (2006), bahwa metode atau model yang biasanya digunakan untuk melakukan peramalan adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), dan apabila data jumlah penumpang menunjukkan adanya pola musiman maka model yang digunakan yaitu *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Selain itu untuk tujuan peramalan yang akurat, maka dilakukan perbandingan dengan Metode *Winter's Exponential Smoothing*. Alasan menggunakan metode ini sebagai pembanding karena data jumlah penumpang kapal menunjukkan adanya pola trend dan musiman. Menurut Makridakis (1999) mengatakan bahwa metode *Winter's Exponential Smoothing* ini merupakan pengembangan dari metode *Holt's Exponential Smoothing*. Perbedaannya pada metode *Winter's Exponential Smoothing* ini dilakukan penambahan satu persamaan untuk mengatasi adanya pola musiman. Namun perlu diingat bahwa tidak ada metode peramalan yang tepat sempurna karena pasti di setiap metode peramalan akan terdapat kesalahan. Semakin kecil tingkat kesalahan maka hasil peramalan akan mendekati akurat.

Penelitian terkait peramalan jumlah penumpang transportasi darat, laut maupun udara juga pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Peramalan jumlah penumpang pesawat terbang di pintu kedatangan bandar udara Internasional Lombok dengan membandingkan metode ARIMA *Box-*

Jenkins, ARIMAX dan Regresi *Time Series*. Hasilnya menunjukkan bahwa metode ARIMA *Box-Jenkins* lebih cocok digunakan untuk melakukan peramalan dengan mempertimbangkan adanya pola musiman pada setiap 12 bulan (Iqbullah & Winahju, 2014). Peramalan jumlah penumpang kapal laut di Pelabuhan Laut Manado lebih cocok menggunakan model ARMA(1,2) dibandingkan model ARMA lainnya (Tando dkk., 2015). Selain itu juga ada beberapa penelitian tentang peramalan jumlah penumpang transportasi dengan adanya pola musiman. Peramalan jumlah penumpang pesawat terbang di Bandara Sultan Iskandar Muda menggunakan model ARIMA(0,1,1) (0,0,1)¹², hal ini disebabkan karena adanya pola musiman pada data jumlah penumpang pesawat pada bulan Januari 2010 hingga Desember 2016 (Durrak dkk., 2018).

Tujuan dari dilakukan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kondisi jumlah penumpang kapal di Pantai Baru selama lima tahun terakhir terutama satu tahun terakhir saat mulai adanya pandemi Covid-19, membuat model peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru dengan metode *Seasonal ARIMA* dan metode *Winter's Exponential Smoothing* yang kemudian dilakukan perbandingan antara dua metode tersebut untuk memperoleh model peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru dengan metode yang terbaik, dan yang terakhir melakukan peramalan jumlah penumpang kapal dengan

menggunakan model peramalan yang terbaik. hal ini diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dalam menentukan kebijakan dan untuk mempersiapkan langkah antisipasi untuk tetap menjaga protokol kesehatan di pelabuhan Pantai Baru selain itu juga untuk membantu dalam menyiapkan alat *rapid test* maupun *swab test* untuk masyarakat sebagai syarat melakukan perjalanan. Hasil peramalan ini juga dapat berguna bagi pihak pengelola kapal ASDP maupun pengelola kapal lambat swasta untuk menentukan banyak jumlah kapal yang melakukan aktivitas bongkar muat di pelabuhan Pantai Baru agar tidak mengalami kerugian apabila jumlah penumpang maupun barang yang dimuat tidak memenuhi minimal biaya operasional kapal.

2. Metodologi

Bahan dan Sumber Data

Peramalan itu sendiri adalah suatu kegiatan yang memperkirakan hasil atau sesuatu di masa mendatang dengan berdasarkan data pada masa lalu yang dianalisis secara ilmiah menggunakan metode statistika. Menurut Makridakis (1999), metode dari peramalan itu ada dua yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif yaitu mendeskripsikan data pada waktu berjalan bukan data pada masa yang lalu dengan mempertimbangkan pendapat dari para ahli dalam menentukan hasil dari penelitian. Akan tetapi apabila ada data masa lalu, peramalan dengan menggunakan

metode kuantitatif akan lebih efektif jika dibandingkan dengan menggunakan metode kualitatif.

Peran transportasi sangatlah penting bagi manusia karena kebutuhan manusia untuk bepergian dari satu lokasi ke lokasi lain dengan tujuan mengambil bagian dalam suatu kegiatan, contohnya bekerja, sekolah, belanja, rekreasi dan lain-lain. Hampir di seluruh dunia transportasi dibagi menjadi tiga yaitu transportasi darat, laut dan udara. Penumpang transportasi adalah orang yang menggunakan sarana transportasi baik itu darat, laut, maupun udara untuk melakukan aktivitas dari satu lokasi menuju ke lokasi lainnya dengan melakukan pembayaran baik secara langsung maupun secara *online* kepada pihak yang menyediakan sarana transportasi tersebut atau melalui pihak ketiga. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data jumlah penumpang kapal ASDP dan ferry di Pelabuhan Pantai Baru Kecamatan Pantai Baru, Kabupaten Rote Ndao. Data jumlah penumpang kapal yang digunakan untuk penelitian ini merupakan total dari jumlah penumpang kapal yang datang dan penumpang kapal yang pergi di pelabuhan Pantai Baru dari bulan Januari 2012 sampai dari bulan Desember 2020.

Metode Analisis Data

Analisis dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif dan analisis inferensia. Analisis deskriptif ini dilakukan dengan menggunakan tabel, grafik, dan gambar sebagai bentuk penyajian datanya.

Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran deskriptif secara kuantitatif dari jumlah penumpang kapal di Pantai Baru, Kabupaten Rote Ndao dalam beberapa tahun.

Sedangkan analisis inferensia yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan analisis *time series*. Analisis ini merupakan metode peramalan kuantitatif yang biasanya digunakan untuk peramalan data di masa yang akan datang dengan menggunakan data masa lalu. Dengan mempertimbangkan adanya pola trend dan pola musiman pada data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru, model *time series* yang digunakan untuk peramalan adalah metode *Winter's Exponential Smoothing* dan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*, kemudian dari kedua metode tersebut akan dilakukan perbandingan model untuk memperoleh metode peramalan yang lebih akurat.

Metode *Winter's Exponential Smoothing* merupakan pengembangan dari metode *Holt's Exponential Smoothing* yaitu dengan menambahkan satu persamaan pada model dengan mempertimbangkan adanya pola musiman pada data. Metode *Winter's Exponential Smoothing* ini terdapat dua model yaitu model aditif untuk fluktuasi musim yang stabil dan model multiplikatif untuk fluktuasi musim yang lebih bervariasi. Untuk beberapa kasus dalam penelitian, metode dengan model multiplikatif lebih akurat dibandingkan model aditif. Menurut Hanke & Wichern (2005), dalam

melakukan peramalan dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* terdapat empat persamaan yang digunakan dalam model multiplikatif, rincian model persamaannya yaitu sebagai berikut:

- Menentukan persamaan pemulusan eksponensial data asli

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

- Menentukan persamaan pemulusan pola trend data

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2)$$

- Menentukan persamaan pemulusan pola musiman data

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3)$$

- Melakukan peramalan data p periode kedepan

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + pT_t)S_{t-s+p} \quad (4)$$

dengan

Y_t = data observasi waktu ke t

L_t = nilai pemulusan ekponensial pada waktu ke t

T_t = nilai pemulusan trend pada waktu ke t

S_t = nilai pemulusan musiman pada waktu ke t

α = konstanta pemulusan untuk data asli $0 < \alpha < 1$

β = konstanta pemulusan untuk data tren $0 < \beta < 1$

γ = konstanta pemulusan untuk data musiman $0 < \gamma < 1$

\hat{Y}_{t+p} = nilai peramalan untuk p periode ke depan

p = jumlah periode ke depan yang akan diramalkan

s = periode musiman

Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)* merupakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* yang digunakan untuk menyelesaikan pemodelan data *time series* yang diindikasikan terdapat pola musiman. Model ARIMA sendiri merupakan gabungan dari model *Autoregressive (AR)* dan model *Moving Average (MA)*. Menurut Wei (2006), model ARIMA dengan pola musiman (SARIMA) dapat dinotasikan sebagai model ARIMA (p, d, q)(P, D, Q)^s dan persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\alpha_t \quad (6)$$

dengan,

p,d,q = tingkat AR, *differencing*, dan MA non musiman

P,D,Q = tingkat AR, *differencing*, dan MA musiman

Z_t = nilai variabel pada waktu ke t

$\phi_p(B)$ = koefisien komponen AR tanpa periode musiman dengan orde p

$\Phi_p(B^S)$ = koefisien komponen AR periode musiman S dengan orde P

- $\theta_q(B)$ = koefisien komponen MA tanpa periode musiman dengan orde q
- $\Theta_Q(B^S)$ = koefisien komponen MA periode musiman S dengan orde Q
- $(1-B)^d$ = *differencing* tanpa musiman dengan orde d
- $(1-B^S)^D$ = *differencing* musiman S dengan orde D
- θ_0 = $\mu(1-\phi_1-\dots-\phi_p)$
- μ = rata-rata dari data stasioner (dengan atau tanpa *differencing*)
- α_t = residual white noise dengan mean 0 dan variance σ_α^2

Data yang akan dianalisis dengan model ARIMA disyaratkan harus bersifat stasioner baik stasioner dalam rata-rata maupun ragam. Stasioner dalam rata-rata berarti memiliki rata-rata yang tetap (tidak dipengaruhi waktu) dan ragamnya tetap (homoskedastisitas) dan tidak terdapat autokorelasi. Apabila data belum stasioner dalam rata-rata, maka diatasi dengan proses *differencing*. Sedangkan untuk data yang belum stasioner dalam ragam dapat diatasi dengan transformasi Box-Cox. Kemudian langkah-langkah untuk peramalan dengan metode ARIMA adalah:

- Melakukan proses identifikasi model. Proses pertama yaitu melakukan uji data apakah sudah stasioner atau belum, apabila belum stasioner maka dilakukan proses *differencing* sampai data sudah stasioner pada rata-rata. Setelah

data sudah stasioner, selanjutnya dilakukan proses pemilihan model atau identifikasi model tentatif. Pemilihan model ini dilakukan dengan mengidentifikasi orde AR dan MA pada grafik *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF).

- Melakukan proses estimasi. Setelah model terpilih, langkah selanjutnya yaitu proses estimasi model ARIMA. Proses estimasi model ini biasanya dibantu dengan menggunakan *software* di komputer.
- Melakukan proses diagnostik. Proses diagnostik yaitu mengevaluasi model apakah sudah memenuhi syarat tidak autokorelasi dan residu sudah *white noise* atau belum. Uji autokorelasi residu dilakukan dengan melihat grafik ACF residu dan untuk melihat apakah residu sudah berdistribusi normal atau belum dengan melihat grafik *normal probability plot residu*.
- Menggunakan model ARIMA untuk peramalan jika sudah memenuhi syarat.

Setelah model peramalan sudah diperoleh, langkah selanjutnya yaitu melakukan perbandingan antara kedua model tersebut untuk menentukan model terbaik yang digunakan untuk peramalan. Untuk menentukan model peramalan yang terbaik yaitu dengan membandingkan nilai residu yang dihasilkan dari kedua metode tersebut. Semakin kecil tingkat kesalahan yang dihasilkan, maka hasil model peramalan akan semakin akurat. Alat

ukur/parameter yang biasa digunakan untuk menghitung nilai residu model peramalan antara lain:

- *Mean Squared Deviation (MSD)*

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2 \quad (7)$$

- *Mean Absolute Deviation (MAD)*

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t| \quad (8)$$

- *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right| \quad (9)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis deskriptif dari jumlah penumpang kapal di pelabuhan Pantai Baru, Kabupaten Rote Ndao disajikan dalam bentuk tabel. Penyajiannya yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Jumlah Penumpang Kapal di Pelabuhan Pantai Baru Kabupaten Rote Ndao tahun 2016-2020.

Thn	Jmlh Kunjungan Kapal	Jumlah Penumpang	Rata-rata Jumlah Penumpang
2016	537	143.832	11.986
2017	419	129.779	10.815
2018	646	169.772	14.148
2019	489	155.460	12.955
2020	513	103.664	8.639

(Lanjutan Tabel 1 ...)

Thn	Jmlh Penumpang Tertinggi	Jumlah Penumpang Terendah
2016	16.306	9.583
2017	13.845	6.064
2018	29.900	5.451
2019	19.757	9.313
2020	12.717	1.449

Berdasarkan tabel 1 diatas, bisa

dilihat bahwa selama lima tahun terakhir jumlah penumpang kapal tertinggi yaitu tahun 2018 sebanyak 169.772 orang dengan rata-rata jumlah penumpang kapal perbulannya yaitu 14.148 orang dan total jumlah kunjungan kapal sebanyak 646 kunjungan. Sedangkan jumlah penumpang kapal terendah yaitu di tahun 2020 sebanyak 103.664 orang dengan rata-rata jumlah penumpang kapal perbulannya sebanyak 8.639 orang dan total jumlah kunjungan kapal sebanyak 513 kunjungan. Kemudian jumlah penumpang kapal tertinggi per bulannya yaitu di tahun 2018 sebanyak 29.900 orang sebulan, dan jumlah penumpang kapal terendah per bulannya yaitu jumlah penumpang kapal di tahun 2020 yaitu hanya sebanyak 1.449 orang sebulan.

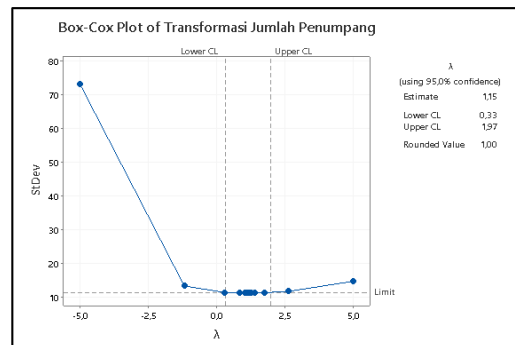
Jika dilihat selama lima tahun terakhir, semakin banyak kunjungan kapal maka semakin meningkat jumlah penumpang di Pelabuhan Pantai Baru akan tetapi hal ini tidak berpengaruh di tahun 2020 dimana jumlah kunjungan kapal sebanyak 513 kali kunjungan akan tetapi pada tahun 2020 juga jumlah penumpang kapal menjadi terendah sepanjang lima tahun terakhir yaitu 103.664 orang bahkan sempat pada bulan Mei 2020 jumlah penumpang kapal hanya sebanyak 1.449 orang. Fenomena di tahun 2020 ini salah satunya disebabkan karena adanya Pandemi Covid-19 di Indonesia yang mulai muncul diawal tahun itu, karena penerapan adanya pembatasan perjalanan dan banyaknya persyaratan untuk melakukan perjalanan serta

masyarakat yang semakin takut dengan virus covid-19 ini menyebabkan jumlah penumpang yang menurun pada beberapa bulan di tahun 2020.

Selanjutnya yaitu analisis statistik inferensia untuk penelitian ini. Dalam proses awal pembentukan model untuk peramalan jumlah penumpang kapal di masa depan, maka langkah pertama yang dilakukan yaitu proses identifikasi model pada data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru pada tahun 2012 sampai dengan tahun 2020. Setelah diidentifikasi, diindikasikan terdapat pola musiman pada data jumlah penumpang kapal. Selain itu juga data terindikasikan belum stasioner pada rata-rata dan ragam. Untuk membuktikan indikasi stasioneritas pada rata-rata dan ragam, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan plot Box-Cox dan grafik ACF.

Saat dilakukan uji stasioneritas pada ragam untuk data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru dengan menggunakan uji plot Box-Cox. Pada hasil pengujian dengan uji plot Box-Cox menunjukkan data masih belum stasioner karena nilai pada *rounded value* (λ) $\lambda \neq 1$, Sehingga perlu dilakukan proses transformasi untuk data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru. Kemudian apabila sudah selesai dilakukan transformasi, proses selanjutnya yaitu dilakukan uji stasioneritas pada ragam lagi dengan menggunakan uji plot Box-Cox untuk melihat apakah nilai *rounded value* (λ) sudah sama dengan satu atau belum, dan apabila data masih belum stasioner maka akan dilakukan proses

transformasi data kembali pada data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru. Pada gambar 1, hasil uji stasioneritas dengan plot Box-Cox menunjukkan bahwa data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru bernilai $\lambda=1$, berarti data sudah stasioner pada transformasi pertama.



Sumber: Data Diolah, 2021

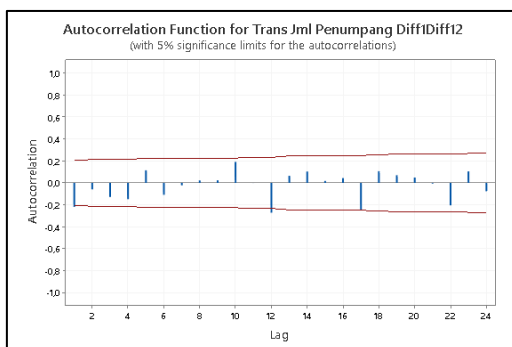
Gambar 1. Plot Box-Cox Transformasi Data Jumlah Penumpang

Data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru sudah stasioner pada ragam setelah dilakukan proses transformasi pertama pada data, selanjutnya dilakukan uji stasioneritas data terhadap rata-rata dengan melakukan identifikasi pada plot *Autocorrelation Function* (ACF) untuk melihat apakah data sudah stasioner terhadap rata-rata atau belum. Hasil dari plot grafik ACF menunjukkan data transformasi jumlah penumpang kapal membentuk pola dengan nilai yang naik turun secara perlahan di setiap lagnya yang berarti data tersebut masih belum stasioner terhadap rata-rata.

Oleh karena itu agar data menjadi stasioner terhadap rata-rata maka perlu dilakukan proses *differencing* pertama pada data transformasi jumlah penumpang kapal

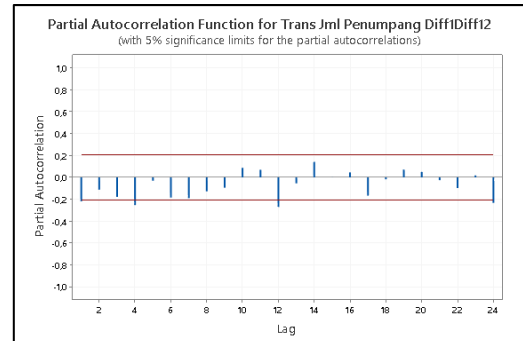
dan kemudian dilakukan proses identifikasi kembali dengan melihat plot grafik ACF dari hasil proses *differencing* pertama data tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa data masih belum stasioner terhadap rata-rata karena pada lag 12, 24, dan seterusnya masih membentuk pola nilai yang turun secara perlahan, hal ini berarti diindikasikan masih terdapat pola musiman pada data sehingga perlu dilakukan proses *differencing* lagi pada pola musiman yaitu *differencing* duabelas, kemudian hasil dari proses *differencing* tersebut dilakukan identifikasi kembali dengan melihat plot ACF.

Pada gambar 2, plot ACF menunjukkan bahwa data dari hasil proses *differencing* pertama lalu *differencing* musiman sudah tidak membentuk suatu pola non musiman maupun musiman sehingga dapat dikatakan data sudah stasioner terhadap rata-rata. Maka dapat disimpulkan bahwa data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru sudah stasioner terhadap ragam setelah dilakukan proses transformasi pertama pada data, dan sudah stasioner terhadap rata-rata setelah dilakukan proses *differencing* pertama dan *differencing* musiman.



Sumber: Data Diolah, 2021

Gambar 2. Plot ACF Transformasi Data Difference 1 Difference 12 Jumlah Penumpang



Sumber: Data Diolah, 2021

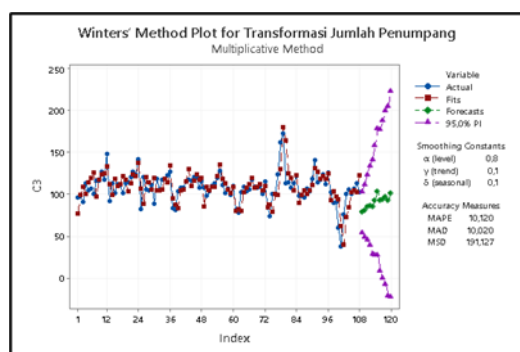
Gambar 3. Plot PACF Transformasi Data Difference 1 Difference 12 Jumlah Penumpang

Karena data sudah stasioner terhadap ragam dan rata-rata, langkah selanjutnya yaitu melakukan pemilihan model SARIMA terbaik dengan melihat plot ACF dan plot PACF dari data yang sudah stasioner tersebut yaitu dengan mengidentifikasi pada gambar 2 dan gambar 3. Selain itu juga dilakukan uji parameter pada model SARIMA yang diperoleh dengan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) dan dari proses pemilihan tersebut diperoleh beberapa model SARIMA dengan parameter yang signifikan terhadap alpha (5%) dan memiliki nilai MSD terkecil. Selanjutnya memilih model SARIMA terbaik dimana model yang memiliki nilai eror (MSD) terkecil adalah model SARIMA terbaik.

Tabel 2. Model SARIMA Data Jumlah Penumpang Kapal di Pelabuhan Pantai Baru Kabupaten Rote Ndao.

Model	MSD	Keterangan
ARIMA(1,1,1)(1,1,1) ¹²	171,518	SAR(12) tidak signifikan
ARIMA(1,1,1)(0,1,1) ¹ ₂	169,208	Semua Signifikan
ARIMA(0,1,1)(1,1,1) ¹ ₂	191,997	SAR(12) tidak signifikan
ARIMA(1,1,0)(1,1,1) ¹ ₂	193,722	SAR(12) tidak signifikan
ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ¹ ₂	197,238	Semua Signifikan

Dari beberapa model SARIMA diatas, kemudian diperoleh model peramalan yang terbaik yaitu model SARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² karena memiliki nilai MSD yang paling kecil dan semua parameter dari model sudah signifikan terhadap alpha, bisa dilihat pada gambar 3 dimana semua parameter memiliki *p-value* lebih kecil dari 0,05.



Sumber: Data Diolah, 2021

Gambar 4. Hasil Estimasi Parameter model Seasonal ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹².

Jadi model peramalan dengan metode SARIMA untuk jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru adalah model Seasonal ARIMA(1,1,1)(0,1,1)¹² doi: 10.5300/jstar.v1i1.5

ARIMA(1,1,1)(0,1,1)¹² dimana model yang terbentuk yaitu sebagai berikut:

$$Z_t = (-0,0452) + 1,511Z_{t-1} - 0,511Z_{t-2} + Z_{t-12} - 1,511Z_{t-13} + 0,511Z_{t-14} + \alpha_t - 1,7988\alpha_{t-1} + 0,802\alpha_{t-2} \quad (10)$$

Setelah model peramalan SARIMA diperoleh, langkah selanjutnya yaitu melakukan proses diagnostik pada model. Proses ini untuk melihat apakah residu model SARIMA sudah *white noise* atau belum dan bersifat autokorelasi atau tidak. Dari grafik *probability plot* dari residual model SARIMA menunjukkan bahwa residual mengikuti garis diagonal yang berarti sudah berdistribusi normal dan memenuhi asumsi *white noise*. Kemudian untuk melihat apakah residual bersifat autokorelasi atau tidak yaitu dengan melihat grafik ACF dari residual model SARIMA. Kemudian dari grafik plot ACF menunjukkan bahwa residual di setiap lag tidak melewati garis baik atas maupun bawah yang berarti residual tidak bersifat autokorelasi. Selain itu untuk mengetahui sifat autokorelasi pada residual bisa dengan melakukan Uji *Chi-Square*. Pada gambar 4, bisa dilihat bahwa nilai *p-value* dari hasil uji *Ljung-Box Chi Square* lebih besar dari 0,05 pada lag 12, 24, 36, dan 48. Sehingga bisa dipastikan residual dari model SARIMA tidak bersifat autokorelasi. Jadi model *Seasonal ARIMA(1,1,1)(0,1,1)¹²* sudah memenuhi syarat *white noise* dan bersifat nonautokorelasi.

Selanjutnya berdasarkan analisis data jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru sebelumnya, pemilihan model peramalan jumlah penumpang kapal selain menggunakan

metode SARIMA bisa juga dengan menggunakan metode *Winter's Exponential Smoothing* karena dari proses identifikasi pola data jumlah penumpang kapal menunjukkan kecenderungan adanya pola data tren dan pola musiman. Pembentukan model peramalan menggunakan metode *Winter's Exponential Smoothing* ini menggunakan model multiplikatif karena fluktuasi pola musiman pada data jumlah penumpang kapal lebih bervariasi dimana model aditif digunakan apabila fluktuasi pola musiman yang stabil. Pemilihan model dengan proses *try and error* dalam menentukan nilai penimbang *alpha* (level), *beta* (tren), dan *gamma* (musiman) pada model peramalan *Winter's Exponential Smoothing*. Namun sebelum memilih model, dilakukan proses transformasi pada data asli jumlah penumpang agar dapat dilakukan perbandingan tingkat kesalahan atau nilai MSDnya karena pada metode SARIMA tadi data jumlah penumpang kapal sudah ditransformasi.

Hasil dari proses *try and error* dalam pemilihan model *Winter's Exponential Smoothing* terbaik yaitu model peramalan dengan nilai penimbang *alpha* (α) yaitu 0,8, nilai penimbang *beta* (β) yaitu 0,1, dan nilai penimbang *gamma* (γ) yaitu 0,1. Model ini terpilih karena memiliki nilai MAPE, MAD, dan MSD terkecil dibandingkan model dengan nilai penimbang *alpha*, *beta*, dan *gamma* lainnya. Dari gambar 11, bisa dilihat nilai MAPE dari model

sebesar 10,12, nilai MAD sebesar 10,02, dan nilai MSD sebesar 191,127.

Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,511	0,183	4,93	0,000
MA 1	0,9827	0,0585	16,78	0,000
SMA 12	0,8161	0,0904	9,03	0,000
Constant	-0,0452	0,0187	-2,42	0,018

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12

Number of observations: Original series 188, after differencing 95

Residual Sums of Squares		
DF	SS	MS
91	15397,9	169,208

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	6,73	21,30	27,97	40,33
DF	8	20	32	44
P-Value	0,566	0,379	0,671	0,630

Sumber: Data Diolah, 2021

Gambar 5. Model *Winter's Exponential Smoothing* untuk Transformasi Data Jumlah Penumpang Kapal

Sehingga model peramalan menggunakan metode *Winter's Exponential Smoothing* dengan model multiplikatif. Bentuk persamaan model peramalan untuk jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru pada 12 bulan kedepan dapat dituliskan sebagai berikut:

- Persamaan pemulusan eksponensial data asli

$$L_t = 0,8 \frac{Y_t}{S_{t-12}} + (0,2)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (11)$$

- Persamaan pemulusan pola trend data

$$T_t = 0,1(L_t - L_{t-1}) + (0,9)T_{t-1} \quad (12)$$

- Menentukan persamaan pemulusan pola musiman data

$$S_t = 0,1 \frac{Y_t}{L_t} + (0,9)S_{t-12} \quad (13)$$

- Melakukan peramalan data periode ke depan

$$\hat{Y}_{t+12} = (L_t + pT_t)S_t \quad (14)$$

Setelah model peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* diperoleh, langkah selanjutnya yaitu dilakukan proses diagnostik yang sama seperti pada model peramalan jumlah penumpang kapal untuk metode SARIMA tadi. Proses ini untuk melihat apakah residual dari model sudah berdistribusi normal atau belum dan apakah residual bersifat autokorelasi atau tidak. Dari grafik *Probability Plot* menunjukkan bahwa residual model peramalan *Winter's Exponential Smoothing* berdistribusi normal yang berarti residual model sudah memenuhi asumsi *white noise*. Kemudian dari grafik plot ACF menunjukkan bahwa residual di setiap lag tidak melewati garis baik garis atas maupun garis bawah yang berarti residual model tidak bersifat autokorelasi. Sehingga model peramalan untuk Metode *Winter's Exponential Smoothing* dengan nilai penimbang *alpha* (α) yaitu 0,8, nilai penimbang *beta* (β) yaitu 0,1, dan nilai penimbang *gamma* (γ) yaitu 0,1 sudah memenuhi syarat *white noise* dan bersifat nonautokorelasi.

Kedua model peramalan terbaik sudah diperoleh dari masing-masing metode, baik metode SARIMA maupun metode *Winter's Exponential Smoothing*. Selanjutnya dilakukan perbandingan dari kedua metode tersebut dengan melihat nilai MSD dari masing-masing metode tersebut untuk mengetahui model mana yang lebih cocok untuk peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai

Baru. Dari tabel 3, bisa dilihat bahwa metode SARIMA menghasilkan nilai MSD sebesar 169,208 dan nilai MSD yang dihasilkan metode *Winter's Exponential Smoothing* sebesar 191,127. Sehingga bisa disimpulkan bahwa metode SARIMA lebih cocok untuk model peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru karena nilai MSD metode SARIMA lebih kecil dibanding nilai MSD metode *Winter's Exponential Smoothing*.

Tabel 3. Perbandingan Nilai MSD model Seasonal ARIMA(1,1,1)(0,1,1)¹² dan model *Winter's Exponential Smoothing*.

Data	<i>Mean Squared Deviation</i>	
	Model <i>Winter's Exponential Smoothing</i>	Model Seasonal ARIMA (1,1,1)(0,1,1) ¹²
Jumlah Penumpang Kapal	191,127	169,208

Jadi, model peramalan untuk jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru lebih cocok menggunakan metode *Seasonal ARIMA* (1,1,1)(0,1,1)¹². Hasil peramalan jumlah penumpang kapal untuk periode 12 bulan kedepan atau tahun 2021 dengan model tersebut adalah:

Tabel 4. Hasil Peramalan Jumlah Penumpang Kapal di Pelabuhan Pantai Baru Tahun 2021 dengan model Seasonal ARIMA(1,1,1)(0,1,1)¹².

Bulan	Jumlah Penumpang
Januari	5.592
Februari	5.634
Maret	6.650

Bulan	Jumlah Penumpang
April	6.700
Mei	6.312
Juni	8.677
Juli	11.626
Agustus	8.671
September	8.719
Oktober	9.315
November	8.480
Desember	10.064
Jumlah	96.440

6. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang sudah dilakukan, makakesimpulan yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

- Secara keseluruhan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru pada tahun 2016 sampai tahun 2020 cenderung fluktuatif naik dan turun dengan jumlah penumpang kapal setahun tertinggi yaitu pada tahun 2018 sebanyak 169.772 orang. Namun pada tahun 2020, jumlah penumpang kapal menurun drastis menjadi sebanyak 103.664 orang. Hal ini disebabkan salah satunya karena mulai adanya pandemi Covid-19 di awal tahun 2020 yang mengakibatkan adanya peraturan pemerintah mengenai protokol kesehatan dalam melakukan perjalanan.
- Peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode SARIMA dan metode *Winter's Exponential Smoothing* yang kemudian dilakukan perbandingan antara dua metode tersebut. Model peramalan terbaik dengan metode SARIMA yang diperoleh yaitu model *Seasonal ARIMA(1,1,1)(0,1,1)*¹² dan model terbaik dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* yang diperoleh yaitu model peramalan multiplikatif dengan nilai penimbang $\alpha = 0,8$, $\beta=0,1$, dan $\gamma=0,1$. Kemudian dari hasil perbandingan kedua model peramalan tersebut menunjukkan bahwa model peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru lebih cocok dengan menggunakan model *Seasonal ARIMA(1,1,1)(0,1,1)*¹² karena model ini memiliki nilai MSD sebesar 169,208 yang berarti lebih kecil dibandingkan nilai MSD pada model peramalan dengan metode *Winter's Exponential Smoothing* yaitu sebesar 191,127.
- Hasil peramalan jumlah penumpang kapal pada tahun 2021 dengan menggunakan model *Seasonal ARIMA (1,1,1)(0,1,1)*¹² menunjukkan bahwa jumlah penumpang kapal di pelabuhan Pantai Baru masih mengalami penurunan yaitu sebesar 96.440 orang selama setahun, dimana jumlah penumpang kapal tertinggi perbulannya sebesar 11.626 orang pada bulan Juli 2021 dan jumlah penumpang kapal terendah perbulannya yaitu sebesar 5.592 orang pada bulan Januari 2021. Hal ini kemungkinan disebabkan salah satu faktornya karena pandemi

Covid-19 yang masih belum berakhir bahkan semakin meluas sehingga peraturan pemerintah untuk menjaga protokol kesehatan masyarakat dalam melakukan perjalanan semakin diperketat, khususnya perjalanan menggunakan moda transportasi kapal di Pelabuhan Pantai Baru, Kabupaten Rote Ndao.

Kemudian dari kesimpulan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka rekomendasi yang dapat diberikan dari paper ini adalah sebagai berikut:

- Hasil peramalan jumlah penumpang kapal di pelabuhan Pantai Baru setiap bulannya di tahun 2021 bisa digunakan menjadi salah satu bahan referensi oleh pemerintah daerah maupun pihak pengelola pelabuhan Pantai Baru untuk menentukan kebijakan dalam melakukan antisipasi pembatasan maupun pengaturan jarak antar penumpang kapal sesuai dengan edaran pedoman protokol kesehatan yang dikeluarkan. Selain itu untuk dinas kesehatan dan satgas Covid-19 Kabupaten Rote Ndao, hasil peramalan ini juga bisa digunakan sebagai bahan referensi dalam proses pengadaan alat tes rapid dan tes swab untuk masyarakat yang akan melakukan perjalanan keluar maupun masuk kabupaten Rote Ndao menggunakan moda transportasi kapal di Pelabuhan Pantai Baru.
- Untuk mengantisipasi kerugian biaya operasional pengelola kapal karena semakin menurunnya jumlah penumpang, selain mengurangi jumlah kunjungan kapal perlu adanya inovasi agar tetap menarik minat masyarakat untuk melakukan perjalanan tentu dengan tetap memperhatikan protokol kesehatan seperti misal menurunkan harga tiket atau berkoordinasi dengan pemerintah daerah untuk memperoleh solusi yang terbaik, karena aktivitas bongkar muat kapal di pelabuhan Pantai Baru lebih banyak dan lebih stabil dibanding moda transportasi lainnya sehingga kapal tetap terus beroperasi mengingat bahwa moda transportasi terutama transportasi laut merupakan salah satu faktor yang penting dalam menggerakkan roda perekonomian di Kabupaten Rote Ndao itu sendiri.
- Untuk pemerintah dengan adanya peramalan jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru, akan membantu pemerintah dalam berkoordinasi dengan satgas Covid-19 dan Pihak pengelola kapal di Pelabuhan Pantai Baru dalam mengatur dan memantau keluar masuknya penumpang kapal untuk mencegah menyebarnya virus Covid-19 itu.
- Untuk penelitian atau paper selanjutnya, mengingat masih ada kekurangan pada paper ini maka bisa disempurnakan dengan menambahkan faktor-faktor yang

mungkin mempengaruhi jumlah penumpang kapal di Pelabuhan Pantai Baru terlebih selama pandemi Covid-19 ini.

Daftar Pustaka

- Andalita, I., & Irhamah. (2015). Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Kelas Ekonomi Kertajaya Menggunakan ARIMA dan ANFIS. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 4(2), 2–7.
- Baco, E., Lamusa, F., & nurfadhilah, K. (2019). Peramalan Jumlah Penumpang Pada Pt. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 6(2), 24–29.
- Durrah, F. I., Yulia, Y., Parhusip, T. P., & Rusyana, A. (2018). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Sultan Iskandar Muda Dengan Metode SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average). *Journal of Data Analysis*, 1(1), 1–11.
- Fitria, V. A., & Hartono, R. (2017). Peramalan Jumlah Penumpang Pada Siluet Tour And Travel Kota Malang Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 11(1), 15.
- Hanke, J.E. & Wichern, D.W. (2005). *Business Forecasting Eighth Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hidayat, Raditya. (2019). *Analisis Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Penataran dengan Metode ARIMA Box Jenkins dan Exponential Smoothing*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB 7(2).
- Iqbullah, J., & Winahju, W. S. (2014). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Terbang di Pintu Kedatangan Bandar Udara Internasional Lombok dengan Metode ARIMA Box-Jenkins, ARIMAX, dan Regresi Time Series. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(2), 212–217.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & McGee, V.E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Nurjanah, I. S., Ruhiat, D., & Andiani, D. (2018). Implementasi Model Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Untuk Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Di Pulau Sumatera. *TEOREMA : Teori Dan Riset Matematika*, 3(2), 145.
- Nurvianti, I., Setiawan, B. D., & Bachtiar, F. A. (2019). *Perbandingan Peramalan Jumlah Penumpang Keberangkatan Kereta Api di DKI Jakarta Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dan Triple Exponential Smoothing*. 3(6), 5257–5263.
- Pamungkas, M. B. (2019). Aplikasi Metode Arima Box-Jenkins Untuk Meramalkan Kasus Dbd Di Provinsi Jawa Timur. *The Indonesian*

Journal of Public Health, 13(2), 183.

- Rahayu, W. S., Juwono, P. T., & Soetopo, W. (2019). Analisis Prediksi Debit Sungai Amprong Dengan Model Arima (Autoregressive Integrated Moving Average) Sebagai Dasar Penyusunan Pola Tata Tanam. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(2), 110–119.
- Sofiana, S., Suparti, S., Hakim, A. R., & Triutami, I. (2020). Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Internasional Ahmad Yani Dengan Metode Holt Winter's Exponential Smoothing Dan Metode Exponential Smoothing Event Based. *Jurnal Gaussian*, 9(4), 535–545.
- Tando, J., Komalig, H., Nainggolan, N., & Port, M. B. (2015). *Prediksi Jumlah Penumpang Kapal Laut di Pelabuhan Laut Manado Menggunakan Model ARMA* *Employing ARMA Methods to Predict The Number of Ships Passenger at*.
- Wei, William W.S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed). New York: Pearson Education, Inc.