

Peramalan Permintaan Semen di PT. XYZ Menggunakan *Time Series Regression* dan ARIMA

Berliana Salsa Wirdyacharya dan Mike Prastuti
Departemen Statistika Bisnis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: mike_p@statistika.its.ac.id

Abstrak—Tahun 2020, infrastruktur pembangunan di Indonesia sedikit terhambat karena adanya penyesuaian anggaran APBN akibat pandemi *Covid-19*. Hal ini turut menyebabkan permintaan semen nasional ikut menurun yang juga berimbas pada jumlah permintaan semen di PT. XYZ. Penurunan jumlah permintaan semen di PT. XYZ juga terjadi pada waktu bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri setiap tahunnya. Hingga saat ini PT. XYZ masih menggunakan metode *winter's exponential smoothing*, dekomposisi, dan *Time Series Regression* (TSR) untuk meramalkan jumlah permintaan semen periode yang akan datang, namun ketiga metode ini masih menghasilkan nilai kesalahan yang besar. Pada penelitian ini, akan dilakukan peramalan jumlah permintaan semen di PT. XYZ menggunakan data bulanan sejak Januari 2015 hingga Desember 2020. Metode peramalan yang digunakan adalah TSR dengan menambahkan efek intervensi adanya *Covid-19*, efek variasi kalender waktu terjadinya bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri, serta efek musiman. Metode ini akan dibandingkan dengan metode peramalan lainnya yaitu ARIMA. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa model TSR dengan variabel *dummy* berupa efek intervensi adanya *Covid-19*, efek variasi kalender waktu terjadinya bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri, serta efek musiman periode bulan 2,8,9,10, dan 11. Hasil ramalannya menunjukkan adanya kenaikan jumlah permintaan semen dari tahun 2020.

Kata Kunci—ARIMA, Intervensi, Peramalan, Permintaan Semen, *Time Series Regression*, Variasi Kalender, Musiman.

I. PENDAHULUAN

INDONESIA sebagai negara berkembang senantiasa melakukan pembangunan infrastruktur setiap tahunnya. Pembangunan infrastruktur yang dilakukan turut mempengaruhi jumlah permintaan semen nasional. Untuk memenuhi jumlah permintaan semen nasional, industri semen di Indonesia senantiasa meningkatkan jumlah produksi. Tahun 2017 hingga 2019, jumlah permintaan semen nasional kian meningkat. Sebagai salah satu industri semen terkemuka, PT. XYZ dalam memenuhi jumlah permintaan semen nasional maupun negara-negara lain senantiasa melakukan peningkatan kapasitas produksi semen. Dalam kurun dua tahun terakhir, kapasitas produksi semen PT. XYZ telah meningkat menjadi dua kali jumlah permintaan semen nasional.

Tahun 2020, jumlah permintaan semen nasional mengalami penurunan karena adanya pandemi *Covid-19*. Mulanya virus *Covid-19* ditemukan di Wuhan pada akhir Desember 2020, sedangkan di Indonesia baru ditemukan pada awal bulan Maret 2020. Sejak dinyatakan sebagai sebuah pandemi oleh WHO, *Covid-19* menyebabkan pergejolan masif pada ekonomi di dunia, tak terkecuali di

Indonesia yang berakhir diambilnya tindakan penyesuaian anggaran pembangunan infrastruktur dalam APBN untuk dialokasikan sebagai anggaran penanganan kasus *Covid-19*.

Adanya pengurangan anggaran APBN menyebabkan pengerjaan pembangunan infrastruktur di Indonesia terhambat dan berimbas pada penurunan jumlah permintaan semen nasional. Menurut Direktur Jenderal Industri Kimia, Farmasi, dan Tekstil Kementerian RI, pandemi *Covid-19* akan menyebabkan turunannya permintaan semen nasional. Selain pada saat pandemi *Covid-19*, penurunan jumlah permintaan semen juga turut dirasakan pada saat menjelang bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri. Menurut *Corporate Secretary* PT. XYZ, setiap tahunnya menjelang dan setelah Hari Raya Idul terjadi penurunan jumlah permintaan semen karena proyek pembangunan dan truk logistik dilarang beroperasi selama beberapa hari.

Menurunnya jumlah permintaan semen nasional turut mengakibatkan penurunan jumlah permintaan semen di PT. XYZ. Jumlah permintaan semen tentu erat kaitannya dengan jumlah produksi semen. Pada umumnya dengan meramalkan jumlah permintaan semen, maka dapat dilakukan perencanaan jumlah produksi semen.

Hingga saat ini, PT. XYZ menggunakan metode *winter's exponential smoothing*, dekomposisi, dan *Time Series Regression* (TSR) untuk meramalkan jumlah permintaan semen. Namun dari ketiga metode tersebut masih dihasilkan nilai kesalahan yang cukup besar, sehingga dibutuhkan metode baru yang mampu menghasilkan nilai kesalahan yang lebih kecil. Metode alternatifnya yang dapat digunakan yaitu metode TSR yang memperhatikan faktor efek intervensi *Covid-19*, efek variasi kalender waktu terjadinya bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri, dan efek musiman periode bulan. Selain itu, dapat digunakan metode ARIMA. Namun, masih perlu dilakukan perbandingan terhadap kedua metode alternatif tersebut agar didapatkan metode yang mampu menghasilkan nilai kesalahan terkecil.

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan peramalan permintaan semen di PT. XYZ dilakukan oleh Rositawati (2017) yang dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan permintaan semen sejak tahun 2010-2016, dan model peramalan permintaan semen terbaik yaitu ARIMA (0,1,[1,12,13]) dengan MSE sebesar 10698515240 [1]. Selain itu, penelitian lainnya juga dilakukan oleh Alfana (2019) yang dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan permintaan semen tiap tahunnya, namun setiap menjelang Hari Raya Idul Fitri mengalami penurunan. Dan model peramalan permintaan semen terbaik yaitu ARIMA ([2,3],1,0)¹² dengan RMSE sebesar 295187.0092 [2].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Time Series Regression

Time series regression (TSR) merupakan salah satu metode peramalan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel independen (X_t) yang bersyarat pada waktu t dengan variabel dependen (Z_t) untuk $t = 1, 2, \dots, n$ [3]. Secara umum, persamaan model TSR dapat ditunjukkan oleh persamaan (1).

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \dots + \beta_p X_{p,t} + a_t \quad (1)$$

Pemodelan peramalan TSR memungkinkan digunakan variabel *dummy* berupa efek intervensi, efek variasi kalender, maupun efek musiman. Persamaan model yang terbentuk dengan menggunakan variabel *dummy* dapat ditunjukkan oleh persamaan (2).

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 D_{1,t} + \beta_2 D_{2,t} + \dots + \beta_p D_{p,t} + a_t \quad (2)$$

1) Estimasi Parameter Model TSR

Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter model TSR yaitu *Ordinary Least Square* (OLS), dimana metode ini meminimumkan jumlah kuadrat galat atau *sum square error* [4].

2) Pengujian Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter model TSR dibagi menjadi dua yaitu pengujian serentak dan pengujian parsial,

3) Diagnostik Residual

Terdapat dua pengecekan diagnostik residual yang harus dipenuhi dalam pemodelan TSR yaitu residual *white noise* dan residual berdistribusi normal.

Residual dikatakan telah *white noise* apabila residualnya saling bebas atau independen. Menggunakan uji *Ljung-Box*, residual dikatakan *white noise* apabila memenuhi prosedur sebagai berikut [5].

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (Residual memenuhi asumsi *white noise*)

$H_1: \rho_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, K$ (Residual tidak memenuhi asumsi *white noise*)

Statistik uji cek diagnostik residual *white noise* ditunjukkan oleh persamaan (7).

$$Q_k = n(n + 2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \quad (7)$$

Nilai $\hat{\rho}_k$ pada lag ke- k dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (8).

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z}_t)(Z_{t+k} - \bar{Z}_t)}{\sum_{i=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z}_t)^2}, k = 0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

Jika ditetapkan taraf signifikan sebesar α , maka H_0 ditolak jika $Q > \chi^2_{(\alpha, n-p)}$ atau $P_{value} < \alpha$.

Diagnostik residual berdistribusi normal dapat dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, dimana pengujian ini dirancang untuk menguji keselarasan data yang kontinu [6]. Residual dikatakan berdistribusi normal apabila memenuhi prosedur sebagai berikut:

$H_0: S_n(a_t) = F_0(a_t)$ (Residual data berdistribusi normal)

$H_1: S_n(a_t) \neq F_0(a_t)$ (Residual data tidak berdistribusi normal)

Statistik uji cek diagnostik residual berdistribusi normal ditunjukkan oleh persamaan (9).

$$D = \text{Sup} |S_n(a_t) - F_0(a_t)| \quad (9)$$

Jika ditetapkan taraf signifikan sebesar α , maka H_0 ditolak jika $D > D_{(1-\alpha, n)}$ atau $P_{value} < \alpha$.

B. ARIMA Box-Jenkins

ARIMA merupakan salah satu metode peramalan tidak stasioner yang menggabungkan antara model *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), dan *differencing*. Berikut adalah langkah-langkah dalam pemodelan ARIMA [7]:

1) Stasioneritas Data

Jika suatu *time series* Z_t stasioner, maka rata-rata dan varians deret tersebut tidak dipengaruhi oleh berubahnya waktu pengamatan, sehingga proses berada dalam keseimbangan statistik [8].

Stasioner dalam varians, data *time series* Z_t dikatakan stasioner dalam varians apabila nilai variansnya bernilai konstan. Menggunakan *Box-Cox plot*, data dikatakan stasioner apabila nilai $\lambda = 1$ atau selang intervalnya telah melewati satu. Apabila data tidak stasioner dalam varians, maka dilakukan penanganan dengan transformasi *Box-Cox*.

Stasioner dalam rata-rata, data *time series* Z_t dikatakan stasioner dalam rata-rata apabila data tidak berfluktuasi disekitar rata-rata. Apabila data tidak stasioner dalam rata-rata, maka dilakukan penanganan dengan *differencing*. Proses *differencing* pada lag ke-1 dapat ditunjukkan oleh persamaan (10).

$$BZ_t = Z_{t-1} \quad (10)$$

2) Identifikasi ACF dan PACF

Autocorrelation function (ACF) merupakan koefisien yang menunjukkan hubungan linier antara Z_t dan Z_{t+k} [8]. Nilai ACF dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (8).

Sedangkan *partial autocorrelation function* (PACF) merupakan fungsi yang digunakan untuk mengukur keeratn hubungan linier antara Z_t dan Z_{t+k} , apabila pengaruh dari pengamatan $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$ terhadap Z_{t+k} telah dihilangkan [8]. Nilai PACF dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (11).

$$\hat{\Phi}_{k+1, k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\Phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\Phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad (11)$$

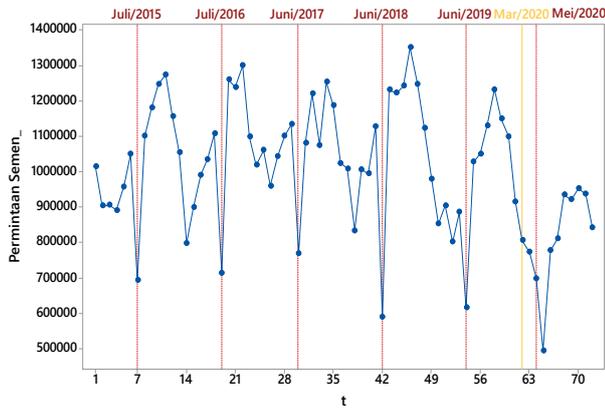
3) Identifikasi Orde Model ARIMA

Identifikasi orde model ARIMA dilakukan dengan melihat struktur plot ACF dan PACF, dimana model yang terbentuk dapat dijelaskan sebagai berikut.

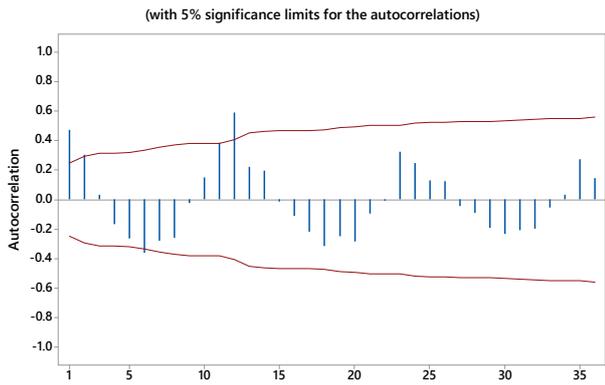
Model *Autoregressive* (AR), model AR terbentuk apabila struktur pada plot ACF menunjukkan turun cepat secara eksponensial serta struktur plot PACF terpotong setelah lag ke- p [8]. Model AR pada orde p dapat dituliskan kedalam persamaan (12).

$$\phi_p(B)Z_t = a_t \quad (12)$$

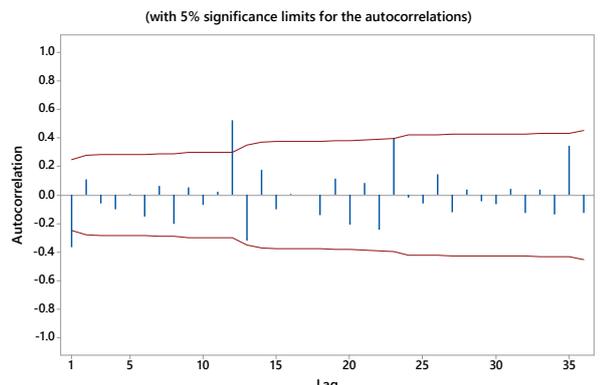
Model *Moving Average* (MA), model MA terbentuk



Gambar 1. Pola jumlah permintaan semen di PT. XYZ tahun 2015-2020.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Plot ACF hasil differencing ($d=1$). (b) Plot ACF hasil differencing ($d=1$), ($D=1$)¹².

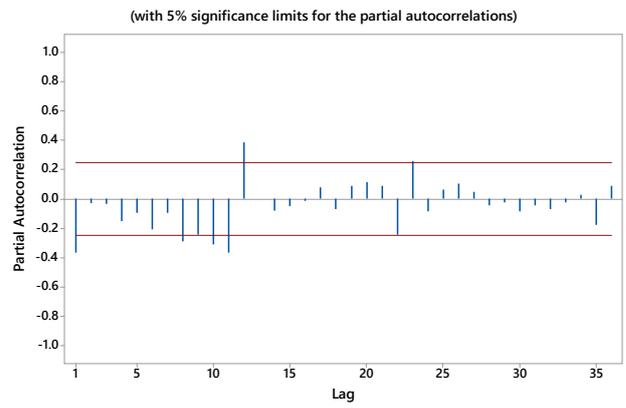
apabila struktur pada plot ACF terpotong setelah lag ke- q serta struktur plot PACF menunjukkan turun cepat secara eksponensial [8]. Model MA pada orde q dapat dituliskan kedalam persamaan (13).

$$\hat{Z}_t = \theta_q(B)a_t \tag{13}$$

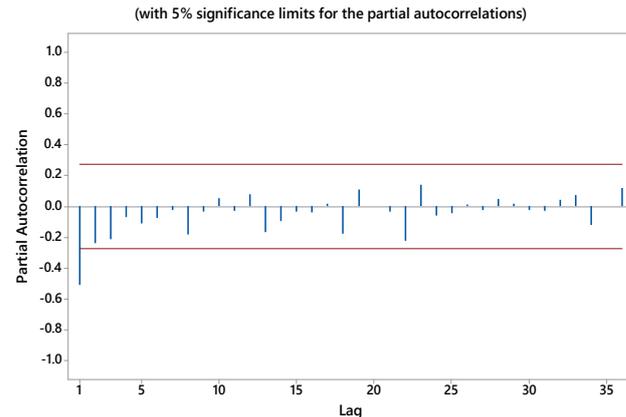
Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA), model ARMA terbentuk apabila struktur pada plot ACF maupun PACF menunjukkan turun cepat secara eksponensial [8]. Model ARMA pada orde p, q dapat dituliskan kedalam persamaan (14).

$$\phi_p(B)\hat{Z}_t = \theta_q(B)a_t \tag{14}$$

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), model ARIMA merupakan model peramalan non stasioner yang terbentuk dari model ARMA yang melalui proses differencing sebanyak d kali [8]. Model ARIMA pada

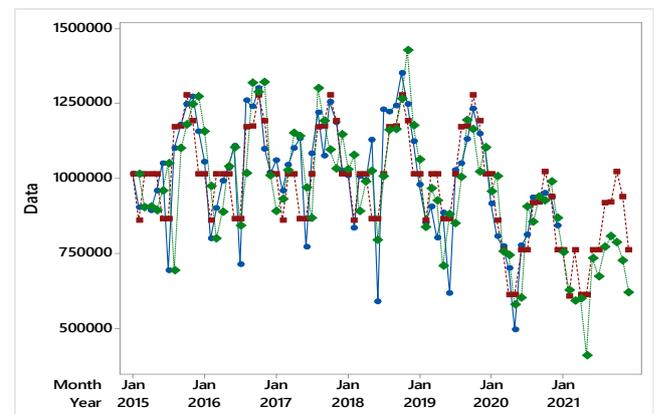


(a)



(b)

Gambar 3. (a) Plot PACF hasil differencing ($d=1$) (b) Plot PACF hasil differencing ($d=1$), ($D=1$)¹².



Gambar 4. Perbandingan data aktual dengan ramalan TSR dan ARIMA.

orde p, d, q dapat dituliskan kedalam persamaan (15).

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \tag{15}$$

4) Estimasi Parameter Model ARIMA

Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter model ARIMA yaitu *conditional least square* (CLS), dimana metode ini meminimumkan jumlah kuadrat galat atau *SSE* [9].

Pengujian signifikansi parameter model ARIMA dilakukan untuk mengidentifikasi signifikansi hasil estimasi parameter dengan menggunakan uji t [10].

Diagnostik residual yang harus dipenuhi dalam pemodelan ARIMA yaitu residual *white noise* menggunakan uji *Ljung-Box* yang ditunjukkan oleh persamaan (7), serta residual berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang ditunjukkan oleh persamaan (9).

Tabel 1.
Hasil ramalan periode 2021

Tahun	Bulan	Ramalan
2021	Januari	759.390
	Februari	604.749
	Maret	759.390
	April	611.304
	Mei	611.304
	Juni	759.390
	Juli	759.390
	Agustus	916.196
	September	918.816
	Oktober	1.022.340
	November	936.965
	Desember	759.390

C. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan apabila diperoleh lebih dari satu model peramalan. Kriteria kebaikan model RMSE mengevaluasi kebaikan model dengan mempertimbangkan sisa perhitungan ramalan pada data *out sample* [11], rumus perhitungan RMSE dapat ditunjukkan oleh persamaan (16).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (16)$$

D. Semen

Di Indonesia, prospek industri semen sangatlah cerah karena menjadi prioritas utama dalam strategi pembangunan nasional. Program pembangunan infrastruktur menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah permintaan semen nasional [12].

III. METODOLOGI

A. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Jumlah Permintaan Semen (Z_t). Data jumlah permintaan semen sejak Januari 2015 hingga Desember 2020 dengan satuan ton/bulan.
2. Variabel *dummy* berupa Efek Intervensi Waktu Ditemukan *Covid-19* di Indonesia ($I_{1,t}$). Di Indonesia, kasus *Covid-19* pertama kali ditemukan pada Maret 2020. Sehingga, waktu ditemukan kasus *Covid-19* di Indonesia dikategorikan "1", selain itu "0".
3. Variabel *dummy* berupa Efek Variasi Kalender Waktu Terjadinya Bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri ($V_{1,t}$). Waktu terjadinya bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri dikategorikan "1", selain itu "0".
4. Variabel *dummy* berupa Efek Musiman Periode Bulan ($D_{1,2;\dots;11,t}$)

Pada saat bulan Januari dikategorikan "1", maka bulan lainnya dikategorikan "0". Dengan langkah yang sama, hal ini berlaku pada saat bulan lainnya.

B. Langkah Analisis Data

Langkah-langkah yang dilakukan selama proses analisis data dapat dijelaskan sebagai berikut:

Mendeskripsikan karakteristik data jumlah permintaan semen di PT. XYZ, membagi data jumlah permintaan semen di PT. XYZ menjadi dua, yaitu:

- 1) Data *in-sample* yang terdiri dari data jumlah permintaan semen sejak bulan Januari 2015 hingga Juni 2020,
- 2) Data *out sample* yang terdiri dari data jumlah permintaan

semen sejak bulan Juli 2020 hingga Desember 2020.

Melakukan peramalan menggunakan TSR dengan langkah-langkah:

1. Melakukan identifikasi model peramalan dengan memperhatikan efek intervensi, efek variasi kalender, dan efek musiman,
2. Melakukan estimasi parameter model,
3. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial dan serentak,
4. Melakukan cek diagnostik residual
5. Memilih model peramalan TSR terbaik dengan membandingkan kriteria kebaikan model RMSE.

Melakukan peramalan menggunakan ARIMA dengan langkah-langkah:

1. Melakukan identifikasi stasioneritas data
2. Melakukan identifikasi model dengan membuat plot ACF dan PACF,
3. Melakukan estimasi parameter model,
4. Melakukan cek diagnostik residual,
5. Memilih model peramalan ARIMA terbaik dengan membandingkan kriteria kebaikan model RMSE.

Memilih model peramalan terbaik dengan membandingkan kriteria kebaikan model RMSE, melakukan peramalan jumlah permintaan semen di PT. XYZ untuk periode 2021, menginterpretasikan hasil analisis, dan menarik kesimpulan dan saran.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Data Jumlah Permintaan Semen di PT. XYZ

Data jumlah permintaan semen di PT. XYZ tahun 2015 hingga 2020 menunjukkan bahwa rata-rata tahunan permintaan semen tertinggi terjadi pada tahun 2018 sebesar 1.080.924 ton, dimana permintaan minimumnya yaitu sebesar 588.033 ton dan permintaan maksimumnya yaitu sebesar 1.349.665 ton. Sedangkan rata-rata tahunan permintaan semen terendah terjadi pada tahun 2020 sebesar 821.376 ton, dimana permintaan minimumnya yaitu sebesar 494.321 ton dan permintaan maksimumnya sebesar 951.395 ton. Selanjutnya untuk mengetahui pola jumlah permintaan semen di PT. XYZ, digunakan *time series* plot yang ditunjukkan oleh Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa data jumlah permintaan semen di PT. XYZ tahun 2015-2020 memiliki pola variasi kalender, dimana waktu terjadinya bulan Ramadhan hingga Hari Raya Idul Fitri selalu bergeser tiap tahunnya mengikuti Kalender Masehi mengakibatkan penurunan jumlah permintaan semen. Terdapat efek intervensi sejak ditemukannya *Covid-19* di Indonesia (Maret 2020), dimana hal ini mengakibatkan penurunan drastis jumlah permintaan semen. Serta terdapat pola musiman periode bulan, dimana hal ini ditunjukkan oleh adanya pola yang sama setiap tahunnya.

B. Peramalan Jumlah Permintaan Semen di PT. XYZ Menggunakan Metode TSR

Melihat pola data pada Gambar 1, dapat dikatakan bahwa untuk melakukan pemodelan TSR digunakan variabel *dummy* berupa efek variasi kalender ($V_{1,t}$), efek intervensi ($I_{1,t}$), dan juga efek musiman ($D_{1,t}, D_{2,t}, \dots, D_{11,t}$). Sehingga terdapat empat model dugaan yang digunakan untuk pemodelan TSR.

1) Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter

Hasil pengujian signifikansi parameter menunjukkan bahwa model yang signifikan adalah model Z_t dengan I_1 , Z_t dengan V_1 , Z_t dengan D_6 , D_8 , D_9 , D_{10} , D_{11} , dan Z_t dengan I_1 , V_1 , D_2 , D_8 , D_9 , D_{10} , D_{11} .

2) Cek Diagnostik Residual Model TSR

Menggunakan uji *Ljung-Box*, didapat hasil cek diagnostik residual dua dari empat model dugaan menghasilkan nilai Q kurang dari nilai $\chi^2_{(0.05,(66-p))}$, sehingga residual kedua model dikatakan telah *white noise* dan kemudian dilanjutkan dengan cek diagnostik residual berdistribusi normal. Menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan hasil bahwa kedua model memiliki nilai D kurang dari $D_{(0.05,66)}$ sebesar 0,167, sehingga residual kedua model dikatakan telah berdistribusi normal

3) Pemilihan Model TSR Terbaik

Model Z_t dengan I_1 , V_1 , D_2 , D_8 , D_9 , D_{10} , D_{11} menghasilkan nilai RMSE terkecil yaitu sebesar 49.405. Sehingga model ini dipilih sebagai model TSR terbaik.

C. Peramalan Jumlah Permintaan Semen di PT. XYZ Menggunakan Metode ARIMA

Pemodelan menggunakan ARIMA harus menggunakan data yang telah stasioner dalam varians dan rata-rata.

1) Identifikasi Stasioneritas Data

Hasil identifikasi stasioneritas dalam varians menggunakan *Box-Cox* plot menunjukkan bahwa didapatkan data stasioner dalam varians setelah melalui proses transformasi Z_t^2 , dimana hasil transformasi menunjukkan bahwa batas signifikansi telah memuat nilai 1. Selanjutnya, menggunakan plot ACF dilakukan identifikasi stasioneritas dalam rata-rata. Plot ACF menunjukkan adanya pola turun secara lambat pada *lag*, sehingga perlu dilakukan *differencing* agar data stasioner dalam rata-rata. Hasil *differencing* ($d=1$) yang ditunjukkan oleh Gambar 2a menunjukkan bahwa terdapat pola turun secara cepat pada *lag* yang artinya data telah stasioner dalam rata-rata serta *lag* yang signifikan yaitu *lag* ke-1, 12, dan 23. Namun karena masih ditemukan adanya pengaruh musim periode bulan, maka dilakukan *differencing* ($d=1$), ($D=1$)¹² yang hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 2b. Gambar 2b menunjukkan bahwa *lag* yang signifikan yaitu *lag* ke-1.

2) Pendugaan Model ARIMA

Berdasarkan plot ACF yang ditunjukkan oleh Gambar 2 serta plot PACF yang ditunjukkan oleh Gambar 3, didapatkan 16 model dugaan. Dimana 13 model dugaan merupakan model ARIMA non-musiman, dan sisanya merupakan gabungan model ARIMA non-musiman dan musiman yang kemudian disebut ARIMA multiplikatif.

3) Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Parameter

Menggunakan metode CLS, didapatkan hasil uji signifikansi parameter yang menunjukkan bahwa 5 dari 16 model memiliki parameter yang signifikan.

4) Cek Diagnostik Residual Model ARIMA

Hasil cek diagnostik residual *white noise* menggunakan uji *Ljung-Box* menunjukkan bahwa 4 dari 5 model dugaan

memiliki nilai P_{value} lebih dari α sebesar 0,05. Artinya residual keempat model telah *white noise*. Selanjutnya, hasil cek diagnostik residual berdistribusi normal menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa keempat model dugaan memiliki nilai D kurang dari $D_{(0.05,66)}$ sebesar 0,167. Artinya residual keempat model telah berdistribusi normal.

5) Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Model ARIMA ([1,12],1,[12]) menghasilkan nilai RMSE terkecil yaitu sebesar 52.776. Sehingga model ini dipilih sebagai model ARIMA terbaik.

D. Pemilihan Model Peramalan Terbaik Jumlah Permintaan Semen di PT. XYZ

Dengan membandingkan nilai RMSE dari model terbaik metode TSR sebesar 49.405 dan ARIMA sebesar 52.776, didapatkan model peramalan terbaik yaitu model TSR karena memiliki nilai RMSE terkecil. Selain itu, dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa hasil ramalan data TSR maupun ARIMA bergerak mendekati data aktual permintaan semen di PT. XYZ.

E. Hasil Ramalan Jumlah Permintaan Semen di PT. XYZ Periode 2021

Persamaan model yang terbentuk dari model terbaik TSR antara Z_t dengan I_1 , V_1 , D_2 , D_8 , D_9 , D_{10} , D_{11} yaitu:

$$Z_t = 1013125 - 253735 I_{1,t} - 148086 V_{1,t} - 154641 D_{2,t} + 156806 D_{8,t} + 159426 D_{9,t} + 262950 D_{10,t} + 177575 D_{11,t}$$

Dengan menggunakan persamaan di atas, didapatkan hasil ramalan jumlah permintaan semen di PT. XYZ untuk periode 2021 yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil analisis yaitu model peramalan menggunakan metode TSR dengan variabel *dummy* berupa efek intervensi waktu ditemukan kasus *Covid-19* di Indonesia (I_1), efek variasi kalender waktu terjadinya bulan puasa hingga Hari Raya Idul Fitri (V_1), serta efek musiman periode bulan 2, 8, 9, 10, dan 11 (D_2 , D_8 , D_9 , D_{10} , dan D_{11}) adalah model terbaik. Serta hasil ramalan yang didapatkan menunjukkan bahwa terjadi kenaikan jumlah permintaan dari tahun 2020 ke 2021, dengan permintaan terendah yaitu sebesar 604.749 ton dan yang tertinggi yaitu sebesar 1.022.340 ton.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu PT. XYZ agar mempertimbangkan untuk menggunakan metode TSR dengan variabel *dummy* berupa efek intervensi, efek variasi kalender, dan efek musiman dalam meramalkan jumlah permintaan semen untuk periode yang akan datang. Sebab metode TSR dengan menggunakan ketiga faktor tersebut mampu menghasilkan nilai kesalahan yang cukup kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rositawati, "Analisis Peramalan Penjualan Semen PPC (Portland Pozzolan Cement) di PT. Semen Gresik Menggunakan ARIMA Box-Jenkins," Departemen Statistika Bisnis: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [2] Y. Y. Alfana, "ARIMA Box-Jenkins Untuk Peramalan Permintaan

- Semen di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk,” Departemen Statistika Bisnis: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2019.
- [3] R. H. Shumway and D. S. Stoffer, *Time Series Analysis and Its Application: With R Examples*, 4th ed. New York: Springer, 2011, ISBN: 978-1441978646.
- [4] B. Yuniarto and R. Kurniawan, *Analisis Regresi: Dasar dan Penerapannya dengan R*. Jakarta: PT. Kharisma Putra Utama, 2016, ISBN: 978-6024220341.
- [5] D. C. Montgomery, E. A. Peck, and G. G. Vining, *Introduction to Linear Regression Analysis*, 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2021, ISBN: 978-0470542811.
- [6] W. N. Daniel, *Applied Nonparametric Statistics*, 2nd ed. Boston: Houghton Mifflin, 1999, ISBN: 978-0534381943.
- [7] M. Prastuti, B. Ulama, and P. Nurindraprasta, “Forecasting Amount of Passenger of Ships in Madura Strait Port Using ARIMA Box-Jenkins Method,” in *Journal of Physics: Conference Series*. 2020.
- [8] W. Wei, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate*. London: Pearson education, 2006, ISBN: 0-321-32216-9.
- [9] J. D. Cryer and K.-S. Chan, *Time Series Analysis with Application in R*. New York: Springer, 2008, ISBN: 978-0387759586.
- [10] B. Bowerman, *Forecasting And Time Series : An Applied Approach*, 3rd ed. California: Duxbury Press, 1993, ISBN: 978-0534379698.
- [11] J. G. De Gooijer and R. J. Hyndman, “25 years of time series forecasting,” *Int. J. Forecast.*, vol. 22, no. 3, pp. 443--473, 2006, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.01.001>.
- [12] C. Harinowo and I. M. S. Khaidir, *Oceanic Joy: A Journey of Big Shipping Company*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2020, ISBN: 978-6020637228.