

Peramalan Permintaan Semen Berdasarkan Indeks Harga Saham Properti Menggunakan Fungsi Transfer

Wahyu Adi Kurniawan, Sri Mumpuni Retnaningsih, dan Mike Prastuti.
Departemen Statistika Bisnis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: mumpuni@statistika.its.ac.id

Abstrak—Pembangunan sektor properti berkontribusi cukup besar dalam penggunaan semen nasional, yaitu sekitar 55% - 65%. Hal ini menunjukkan bahwa sektor properti sangat mempengaruhi meningkatnya permintaan semen. Pertumbuhan sektor properti dapat dilihat melalui Indeks Harga Saham Properti (IHSP). PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk sebagai produsen semen terbesar di Indonesia, melakukan ramalan permintaan semen setiap tahun untuk merencanakan penjualan agar mendapatkan keputusan yang tepat. Metode peramalan yang digunakan antara lain *Winter's Exponential Smoothing*, Dekomposisi, dan Regresi *Time Series*. Ramalan permintaan semen yang dilakukan hanya bergantung pada data kebutuhan semen, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan ramalan permintaan semen yang dipengaruhi IHSP menggunakan metode fungsi transfer *single input*. Didapatkan model terbaik yaitu model fungsi transfer order b,r,s (0,0,0) dengan deret *noise* ARIMA ([12],0,0) yang menghasilkan nilai RMSE sebesar 578.054 lebih kecil daripada metode *Winter's Exponential Smoothing* maupun metode Dekomposisi. Hasil ramalan permintaan semen tahun 2021 menunjukkan bahwa permintaan terendah pada bulan Mei dan tertinggi bulan September.

Kata Kunci—ARIMA, Fungsi Transfer, IHSP, Permintaan Semen.

I. PENDAHULUAN

INDUSTRI semen merupakan salah satu sektor penunjang pembangunan infrastruktur suatu negara. Pembangunan infrastruktur yang meningkat dari tahun ke tahun, berdampak dengan meningkatnya permintaan semen. Asosiasi Semen Indonesia (ASI) mengungkapkan pada tahun 2020 pembangunan infrastruktur memiliki kontribusi sebesar 20% - 25% dari total penggunaan semen nasional. Sementara itu, pembangunan sektor properti mendominasi penggunaan semen nasional sekitar 55% - 65%. Hal ini menunjukkan bahwa sektor properti sangat mempengaruhi meningkatnya permintaan semen. Pertumbuhan sektor properti dapat dilihat melalui Indeks Harga Saham Properti (IHSP).

Pertumbuhan permintaan semen berdasarkan data dari ASI menunjukkan bahwa terjadi peningkatan permintaan pada tahun 2017 sebesar 7,64% dan pada tahun 2018 kembali meningkat sebesar 4,83%. Hal itu menandakan bahwa semakin besarnya pasar yang memiliki kebutuhan semen. PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk sebagai produsen semen terbesar di Indonesia, melakukan ramalan permintaan semen setiap tahun untuk merencanakan penjualan agar mendapatkan keputusan yang tepat. Ramalan permintaan semen tahun 2020 yang dilakukan oleh perusahaan menggunakan metode *Winter's Exponential Smoothing*, Dekomposisi, dan Regresi *Time Series*. Ketiga metode tersebut masih menghasilkan nilai kesalahan peramalan

cukup besar yang menyebabkan hasil ramalan berbeda dengan nilai aktualnya, sehingga berakibat kesalahan dalam pengambilan keputusan.

Ramalan permintaan semen yang telah dilakukan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk diduga dipengaruhi oleh IHSP yang ditunjukkan oleh pertumbuhan sektor properti yang memiliki kontribusi cukup besar terhadap penggunaan semen nasional.

II. STUDI LITERATUR

A. Autoregressive Integrated Moving Average

Model ARIMA menggunakan data masa lalu untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. ARIMA merupakan metode analisis *time series* yang terdiri dari dua model, yaitu model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA). Model ARMA terdiri dari AR orde p dan MA orde q , sedangkan ARIMA (p, d, q) adalah model ARMA (p, q) yang mendapatkan *differencing* sebanyak d [1].

Model ARMA merupakan model yang stasioner, sedangkan model ARIMA merupakan model *non* stasioner. Model ARIMA ditunjukkan pada persamaan (1) [2].

$$\phi(B)(1-B)^d Z_t = \theta(B)a_t \quad (1)$$

Tahapan dalam membentuk model ARIMA yaitu identifikasi stasioneritas model, identifikasi orde model, estimasi parameter, uji signifikansi parameter model, cek diagnosa residual model, dan memilih model terbaik

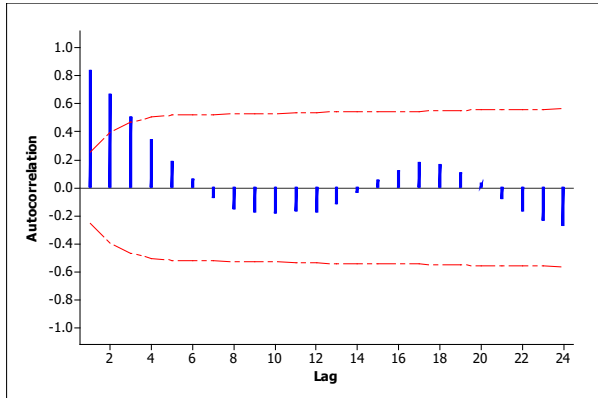
Stasioner data *time series* terbagi menjadi dua, yaitu stasioner terhadap *varians* dan *mean* [3]. Apabila data tidak stasioner terhadap *varians* maka dilakukan transformasi *Box-Cox* [2]. Apabila data tidak memenuhi stasioner terhadap *mean* maka dilakukan *differencing* (pembedaan) [3].

Identifikasi model ARIMA dibentuk dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) [2]. Berikut kriteria untuk membentuk model ARIMA.

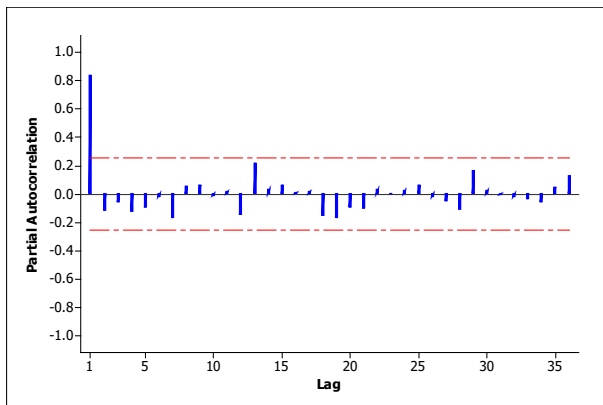
1. Model *Autoregressive* (p) menunjukkan bentuk plot ACF turun cepat secara eksponensial (*dies down*) dan plot PACF terpotong (*cut off*) setelah *lag* ke- p .
2. Model *Moving Average* (q) menunjukkan bentuk plot ACF terpotong (*cut off*) setelah *lag* ke- q dan plot PACF turun cepat secara eksponensial (*dies down*).
3. Model *Autoregressive Moving Average* (p,q) menunjukkan bentuk plot ACF dan PACF turun cepat secara eksponensial (*dies down*).
4. Model *Autoregressive* (p) atau *Moving Average* (q) menunjukkan bentuk plot ACF terpotong (*cut off*) setelah *lag* ke- q dan PACF terpotong (*cut off*) setelah *lag* ke- p .

Tabel 1.
Struktur data

Bulan	Permintaan Semen (Ton)	IHSP
Januari 2015	Y_1	X_1
Februari 2015	Y_2	X_2
Maret 2015	Y_3	X_3
April 2015	Y_4	X_3
:	:	:
Desember 2020	Y_{72}	X_{72}



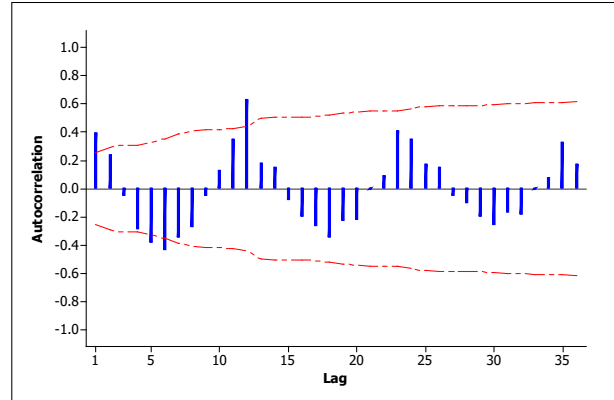
Gambar 1. Plot ACF IHSP.



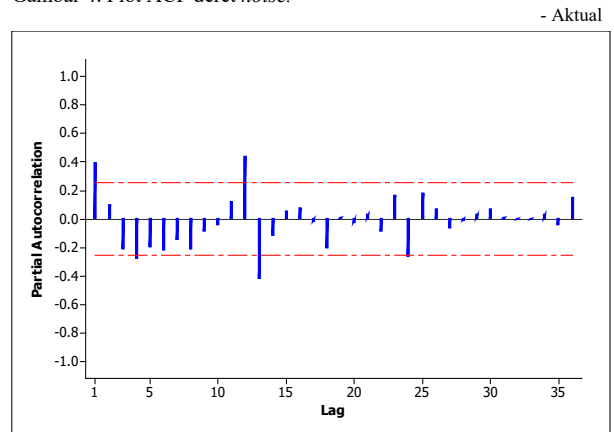
Gambar 2. Plot PACF IHSP.

Lag	Covariance	Correlation	-1 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1
0	-651913	-.05632	.
1	-327670	-.02861	.
2	-811938	-.07990	.
3	833594	0.07280	.
4	-1297654	-.11331	.
5	-1285947	-.11229	.
6	1283295	0.11206	.
7	1581194	0.13807	.
8	1165160	0.10183	.
9	831617	0.07262	.
10	303995	0.02654	.
11	-503964	-.04401	.
12	-1244810	-.10869	.

Gambar 3. Plot CCF.



Gambar 4. Plot ACF deret noise.



Gambar 5. Plot PACF deret noise.

B. Fungsi Transfer

Metode fungsi transfer *single input* yaitu pengembangan dari metode ARIMA *Box-Jenkins*. Metode ini menggunakan dua variabel yang terdiri dari deret berkala *output* (Y_t) dan deret berkala *input* (X_t) di mana X_t adalah variabel Z_t pada model ARIMA.

Model fungsi transfer *single input* terdiri dari orde (b,r,s), di mana orde b menunjukkan keterlambatan yang dicatat pada lag dari X_{t-b} , orde r menunjukkan derajat fungsi ($\delta(B)$), dan orde s menunjukkan derajat fungsi ($\omega(B)$). Model ARIMA dari deret *noise* terdiri operator MA orde q ($\theta(B)$), operator AR orde p ($\phi(B)$) dan deret yang *white noise* (α_t). Model ditulis dalam bentuk persamaan (5) [2].

$$y_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} x_{t-b} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} \alpha_t \tag{2}$$

dengan

$$\omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s \tag{3}$$

$$\delta(B) = \delta_0 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r \tag{4}$$

$$\theta(B) = \theta_0 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \tag{5}$$

$$\phi(B) = \phi_0 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_q B^q \tag{6}$$

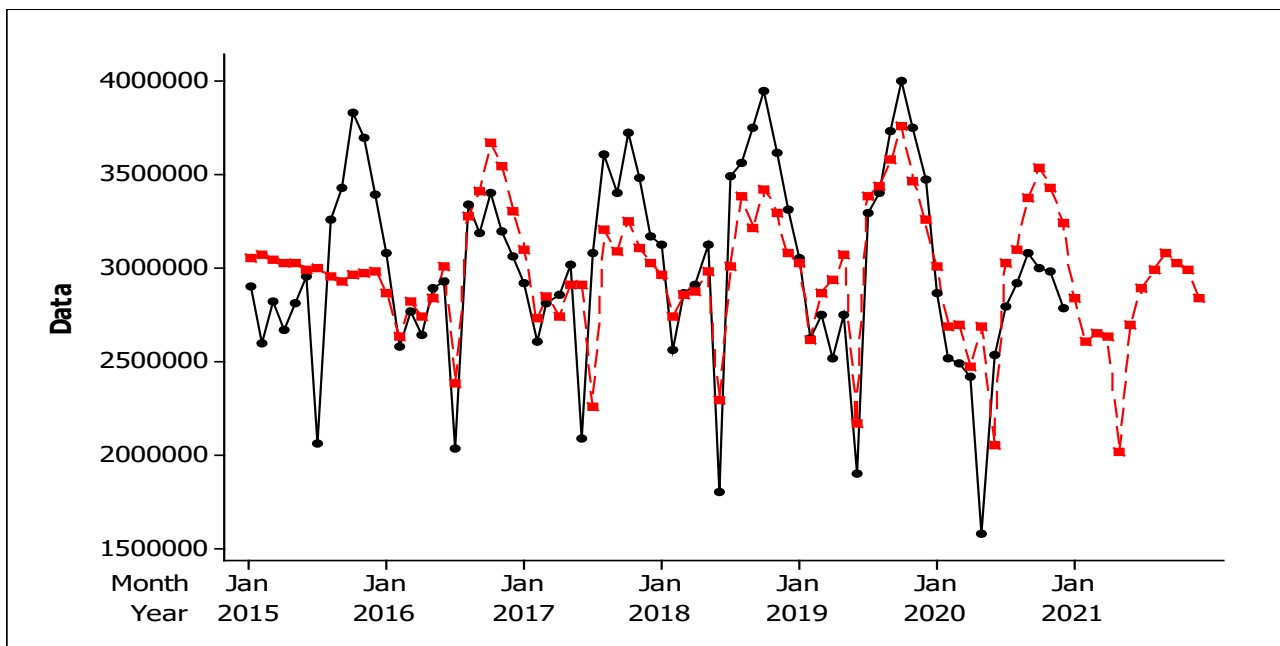
Terdapat beberapa tahap dalam analisis fungsi transfer. Mempersiapkan deret *input* dan deret *output* yang telah stasioner. *Deret input* (X_t) menunjukkan variabel yang diduga mempengaruhi model (variabel endogen). Deret *output* (Y_t) pada fungsi transfer merupakan variabel yang dipengaruhi oleh deret *input* (variabel eksogen). Selanjutnya melakukan *prewhitening* pada model ARIMA deret *input* (X_t) sehingga diperoleh α_t ditunjukkan pada persamaan (7).

$$\alpha_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} x_t \tag{7}$$

Setelah itu dilakukan *prewhitening* pada deret *output* menggunakan model yang didapat dari deret *input*, agar fungsi transfer dapat memetakan X_t ke dalam Y_t dan diperoleh β_t ditunjukkan pada persamaan (8) [3].

$$\beta_t = \frac{\phi_y(B)}{\theta_y(B)} y_t \tag{8}$$

Model yang telah di *prewhitening* selanjutnya dilakukan perhitungan *Cross Correlation Function* (CCF) yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan diantara deret *input* (X_t) dan deret *output* (Y_t). *Cross*



Gambar 6. Time series plot ramalan permintaan semen dan data aktual.

Correlation Function antara X_t dan Y_t dengan lag ke- k di mana $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, ditulis pada persamaan (9) [2].

$$\hat{\rho}_{xy}(k) = \frac{\hat{\gamma}_{xy}(k)}{s_x s_y} \tag{9}$$

Berdasarkan hasil plot CCF dapat digunakan untuk menetapkan orde (b, r, s) model fungsi. Dari model fungsi transfer yang terbentuk dilakukan penaksiran bobot respon impuls (\hat{v}). Jika bobot respon impuls (\hat{v}) diperoleh, maka taksiran pendahuluan dari deret noise (n_t) ditunjukkan pada persamaan (10) [2].

$$n_t = y_t - \hat{v}(B)x_t = y_t - \frac{\hat{\omega}(B)}{\hat{\delta}(B)} Bx_t \tag{10}$$

Deret noise harus white noise dan berdistribusi normal, jika deret noise tidak white noise maka dilakukan pemodelan ARIMA ($p_n, 0, q_n$) pada deret noise. Darai model yang terbentuk dilakukan pengujian signifikansi parameter model. Model yang signifikan selanjutnya dilakukan pemeriksaan residual model white noise dan berdistribusi normal. Pengujian residual white noise menggunakan uji Ljung-Box, sedangkan untuk pengujian residual berdistribusi normal menggunakan uji Kolmogorov Smirnov [2].

Model dengan parameter yang signifikan dan memenuhi diagnosa residual memungkinkan diperoleh lebih dari satu, oleh karena itu diperlukan suatu kriteria pemilihan model terbaik menggunakan Root Mean Square Error (RMSE) yaitu mengevaluasi ketepatan model dengan cara mempertimbangkan taksiran kesalahan pada peramalan (a_t) yang ditunjukkan pada persamaan (11) [2].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n a_t^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \tag{11}$$

C. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. adalah perusahaan holding strategis yang mencakup anak perusahaan di bidang semen, non-semen dan produsen jasa di seluruh Indonesia. Sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN), porsi saham PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. saat ini 51,01% milik

Pemerintah Indonesia dan 48,99% milik perusahaan. Saat ini kapasitas PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. sebesar 40 juta ton semen per tahun, dan menguasai sekitar 53% pangsa pasar semen.

D. Indeks Harga Saham Properti

Indeks harga saham merupakan indikator yang menunjukkan trend harga saham dari bursa [4]. PT Bursa Efek Indonesia (BEI) meluncurkan klasifikasi industri yang disebut Indonesia Stock Exchange Industrial Classification (IDX-IC). Indeks Harga Saham Properti (IHSP) merupakan salah satu indeks yang termasuk ke dalam klasifikasi industri di BEI. Sektor properti meliputi pembangunan perkantoran, perhotelan, apartemen dan perumahan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data historis permintaan semen yang didapat dari divisi Marketing Intellegance PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk dan IHSP yang didapat dari website Investing.com.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan yaitu permintaan semen PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. sebagai deret output dan IHSP sebagai deret input dari bulan Januari 2015 sampai bulan Desember 2020.

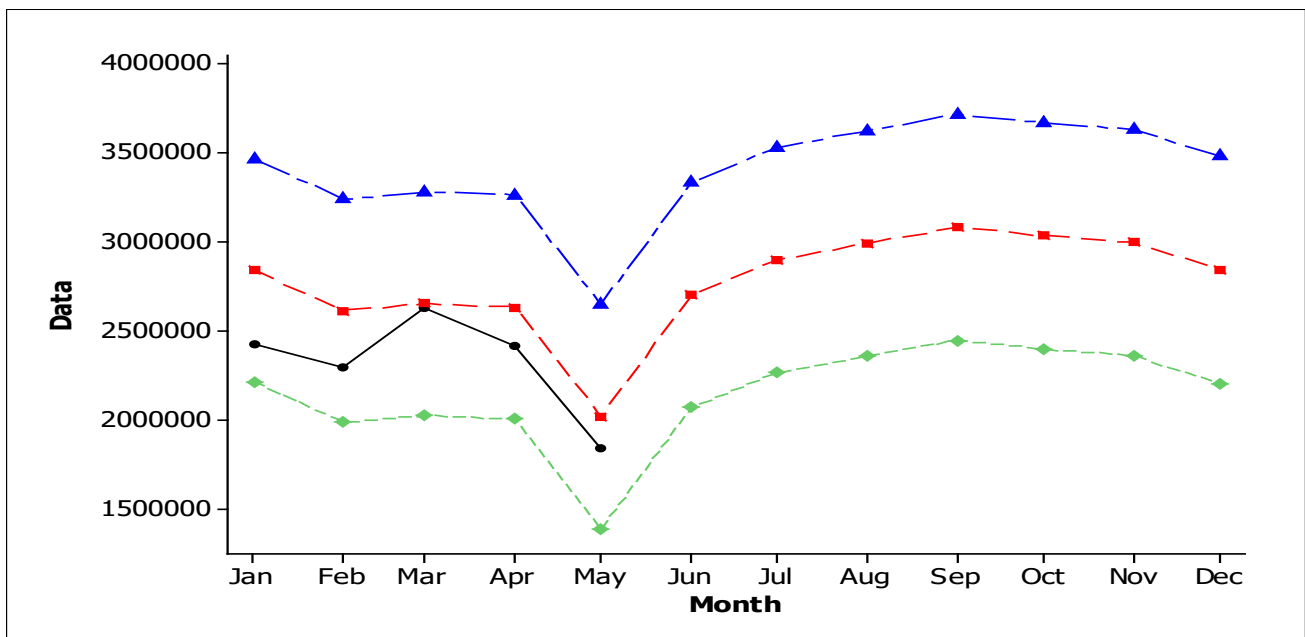
C. Struktur Data

Data permintaan semen (Y_t) dan IHSP (X_t) disusun dalam bentuk struktur data yang dapat dilihat pada Tabel 1.

D. Langkah Analisis

Analisis fungsi transfer single input permintaan semen berdasarkan IHSP dijelaskan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Membagi data permintaan semen dan IHSP menjadi data in-sample sebanyak 60 data mulai bulan Januari 2015 sampai bulan Desember 2019 dan data out-sample sebanyak 12 data



Gambar 7. Ramalan permintaan semen.

mulai bulan Januari 2020 sampai bulan Desember 2020. Mengidentifikasi stasioneritas data *in-sample* permintaan semen dan IHSP. Menentukan model ARIMA IHSP sebagai berikut:

1. Pendugaan model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF.
2. Estimasi parameter model ARIMA dan menguji apakah parameter model telah signifikan.
3. Menentukan model ARIMA yang terbaik berdasarkan nilai RMSE yang paling kecil.
4. Melakukan cek diagnosa model dengan pengujian residual *white noise* dan berdistribusi normal.

Selanjutnya melakukan identifikasi model fungsi transfer sebagai berikut:

1. Menentukan model ARIMA yang sesuai untuk dilakukan *prewhitening* deret input sehingga diperoleh α_t dan *prewhitening* deret output untuk mendapatkan β_t .
2. Menghitung CCF antara α_t dan β_t .
3. Menentukan orde b, r, s untuk model fungsi transfer yang menghubungkan deret input.
4. Menghitung deret *noise*.
5. Melakukan penaksiran deret *noise* atau gangguan (n_t) dan identifikasi model ARIMA ($p_n, 0, q_n$) dari deret *noise*.

Selanjutnya melakukan penaksiran parameter model fungsi transfer pada permintaan semen. Melakukan cek diagnosa model fungsi transfer dengan cara sebagai berikut:

1. Menghitung autokorelasi dari nilai kesalahan model (b, r, s).
2. Perhitungan korelasi silang deret *noise* model (b, r, s) dengan deret *input* yang telah dilakukan *prewhitening*.
3. Menentukan model terbaik fungsi transfer berdasarkan RMSE.

Melakukan peramalan permintaan semen tahun 2021 menggunakan model terbaik yang didapatkan.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Data Permintaan Semen dan IHSP

Data permintaan semen di PT Semen Indonesia (Persero)

Tbk dan IHSP dari bulan Januari 2015 sampai Desember 2020. Permintaan semen terendah pada bulan Mei 2020 sebanyak 1.581.892 ton dan tertinggi pada Oktober 2020 sebanyak 3.997.984 ton. Data permintaan semen memiliki pola yang fluktuatif dan musiman, dikarenakan terdapat pola yang sama ditunjukkan pada bulan Juni selalu mengalami penurunan tiap tahun. IHSP tertinggi pada Februari 2015 sebesar 580,71 rupiah dan IHSP terendah pada April 2020 sebesar 293,05. Data IHSP memiliki pola yang sangat fluktuatif dan tidak menunjukkan pola musiman.

B. Model ARIMA IHSP

Analisis ARIMA harus menggunakan data yang stasioner. Identifikasi stasioneritas dilakukan pada variabel IHSP sebagai deret *input*. Stasioneritas data dibagi menjadi dua, yaitu stasioner terhadap *varians* dan *mean*. Stasioneritas terhadap *varians* menggunakan *Box-Cox*. Didapatkan nilai *rounded value* sebesar 2, karena nilai *rounded value* lebih besar dari 1 maka dapat disimpulkan jika data telah stasioner terhadap *varians*. Selanjutnya dilakukan identifikasi stasioneritas terhadap *mean* menggunakan plot ACF yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bentuk plot ACF IHSP yang turun secara cepat (*dies down*) maka dapat disimpulkan jika data telah stasioner terhadap *mean*. Model ARIMA dibentuk dari Plot ACF dan PACF. Plot ACF menunjukkan bahwa bentuk turun cepat dan terpotong pada *lag* ke-1,2, dan 3, sedangkan plot PACF dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa bentuk plot PACF IHSP memiliki pola terpotong (*cut off*) pada *lag* ke-1 yang ditunjukkan dengan panjang *lag* melewati batas. *Lag* yang terpotong pada plot ACF dan PACF dapat digunakan untuk menduga model ARMA untuk deret *input*.

Berdasarkan plot ACF dan PACF didapatkan 15 dugaan model ARIMA, selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter diperoleh 7 model yang signifikan. Dari 7 model yang signifikan tersebut terdapat 1 model ARIMA dengan residual *white noise* dan berdistribusi normal yaitu model ARIMA (1,0,0) dengan nilai estimasi ϕ_1 sebesar 0,958 dan

Tabel 2.
Hasil ramalan permintaan semen

Bulan	Aktual	Ramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Januari	2.420.355	2.838.026	2.210.884	3.465.169
Februari	2.287.694	2.610.172	1.981.892	3.238.452
Maret	2.621.754	2.649.520	2.020.128	3.278.911
April	2.409.821	2.630.171	1.999.694	3.260.648
Mei	1.831.949	2.013.115	1.381.577	2.644.652
Juni		2.697.474	2.064.900	3.330.048
Juli		2.895.817	2.262.230	3.529.404
Agustus		2.988.904	2.354.328	3.623.480
September		3.079.493	2.443.950	3.715.036
Oktober		3.030.603	2.394.115	3.667.091
November		2.992.611	2.355.200	3.630.022
Desember		2.838.173	2.199.859	3.476.486

μ sebesar 553,27. Model ARIMA (1,0,0) merupakan model yang signifikan dengan residual *white noise* dan berdistribusi normal, dimana RMSE diperoleh nilai sebesar 173,89 sehingga model ARIMA (1,0,0) digunakan sebagai *input* model fungsi transfer.

C. Fungsi Transfer Permintaan Semen

Analisis fungsi transfer menggunakan deret *input* yaitu IHSP dan deret *output* yaitu permintaan semen. Pada deret *input* yang telah dimodelkan ARIMA didapatkan model terbaik yaitu ARIMA (1,0,0), selanjutnya dilakukan proses *prewhitening*. Persamaan *prewhitening* deret *input* ditunjukkan pada persamaan (12) dan deret *output* ditunjukkan pada persamaan (13).

$$\alpha_t = X_t - 0,958X_{t-1} - 23,237 \tag{12}$$

$$\beta_t = Y_t - 0,958Y_{t-1} - 23,237 \tag{13}$$

Setelah dilakukan *prewhitening* pada deret *input* dan *output*, selanjutnya dilakukan identifikasi *b, r, s* berdasarkan plot CCF yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan pada plot CCF tidak ada *lag* yang terpotong, sehingga didapatkan nilai $b=0$. Plot CCF tidak menunjukkan pola yang jelas setelah *lag* ke-0 maka diduga $r=0$ dan tidak terdapat *lag* yang terpotong setelah *lag* ke-0 maka diduga $s=0$, sehingga diperoleh orde model dugaan fungsi transfer (*b,r,s*) yaitu (0,0,0) yang dijelaskan pada persamaan (14).

$$\hat{y}_t = \hat{\mu} + \hat{\omega}_0 x_{t-0} + n_t \tag{14}$$

Model fungsi transfer orde *b,r,s* (0,0,0) adalah model yang signifikan dengan estimasi parameter $\hat{\omega}_0$ sebesar -2.870,8 dan nilai konstanta $\hat{\mu}$ sebesar 4.488.927,4, tetapi residual model tidak *white noise* sehingga perlu melakukan permodelan ARIMA ($p_n,0,q_n$) pada deret *noise* dengan melihat plot ACF dan PACF dari deret *noise*. Plot ACF dari deret *noise* ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa plot ACF deret *noise* memiliki pola *dies down* dan *lag* terpotong pada *lag* ke-1,5,6, dan 12, sedangkan plot PACF ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa plot PACF deret *noise* memiliki pola *cut off* pada *lag* ke-1,4,12,13 dan 24 yang ditunjukkan dengan panjang *lag* melewati batas. Hasil plot ACF dan PACF digunakan sebagai dugaan orde model ARIMA deret *noise* pada fungsi transfer.

Berdasarkan plot ACF dan PACF deret *noise* didapatkan 12 dugaan model fungsi transfer, selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter diperoleh 3 model yang signifikan. Dari 3 model yang signifikan terdapat 1 model dengan

residual *white noise* dan berdistribusi normal yaitu model fungsi transfer dengan orde *b,r,s* (0,0,0) yang sesuai adalah ARIMA ([12],0,0) dengan nilai estimasi $\hat{\phi}_{12}$ sebesar 0,940, $\hat{\omega}_0$ sebesar -2.072,3 dan $\hat{\mu}$ sebesar 4.093.385,2. Model fungsi transfer orde *b,r,s* (0,0,0) dengan deret *noise* ARIMA ([12],0,0) memiliki nilai RMSE sebesar 578.054. Model fungsi transfer orde *b,r,s* (0,0,0) dengan deret *noise* ARIMA ([12],0,0) dapat dilihat pada persamaan (15).

$$\hat{y}_t = 245.601,5 + 0,94y_{t-12} - 2.072,3x_t + 1.947,96x_{t-12} \tag{15}$$

Model fungsi transfer tersebut menyatakan bahwa permintaan semen PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk dipengaruhi oleh permintaan semen 12 bulan sebelumnya dan dipengaruhi oleh IHSP pada bulan yang sama serta 12 bulan sebelumnya. Untuk melihat perbedaan hasil ramalan model fungsi transfer dengan data aktual dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan bahwa model fungsi transfer yang terbentuk menghasilkan nilai ramalan (warna merah) yang cukup baik, karena mampu menangkap pola data aktual (warna hitam).

D. Peramalan Permintaan Semen

Berdasarkan model fungsi transfer dengan orde *b,r,s* (0,0,0) ARIMA ([12],0,0) didapatkan ramalan permintaan semen tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan hasil ramalan permintaan semen PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dari Januari 2021 sampai Desember 2021. Hasil ramalan menunjukkan jika permintaan semen tertinggi terjadi pada bulan September 2021 sebesar 3.079.493 ton dan permintaan semen terendah pada bulan Mei 2021 sebesar 2.013.115 ton. Hasil ramalan permintaan semen dalam bentuk visual ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 7 menunjukkan bahwa ramalan permintaan (warna merah) dengan nilai aktual (warna hitam) permintaan semen dari bulan Januari sampai bulan Mei 2021 memiliki pola yang sama. Hasil ramalan permintaan semen memiliki nilai yang lebih besar dari pada data aktual, tetapi data aktual masih di dalam rentang batas atas (warna biru) dan batas bawah (warna hijau). Permintaan semen mengalami penurunan yang cukup signifikan pada bulan Mei 2021, namun setelah itu permintaan semen mengalami peningkatan secara konstan sampai Desember 2021.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu ramalan permintaan semen PT Semen Indonesia (Persero) Tbk tahun 2021 didapatkan

permintaan terendah pada bulan Mei dan tertinggi pada bulan September di mana hasil ramalan selengkapnya pada Tabel 2.

Saran yang ingin disampaikan yaitu sebaiknya PT Semen Indonesia (Persero) Tbk mengaplikasikan metode fungsi transfer untuk meramalkan permintaan semen karena lebih baik dari pada metode *Winter's Exponential Smoothing* dan dekomposisi, dan menambahkan IHSP ke dalam model Regresi *Time Series* karena IHSP memiliki nilai yang signifikan di model fungsi transfer. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode ini sebagai salah satu

model alternatif karena memiliki hasil yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Prastuti and N. Salehah, "Hybrid ARIMAX Quantile Regression Method For Forecasting Short Term Electricity Consumption In East Java," in *Journal of Physics: Conference Series*. 2018.
- [2] W. Wei, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate*. London: Pearson education, 2006.
- [3] S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [4] E. Tandililin, *Pasar Modal Manajemen Portofolio & Investasi*. Yogyakarta: PT Kanisius, 2017.