

Perbandingan Metode *Holt Winter's* dan *Multiplicative Decomposition* untuk Meramalkan Permintaan Semen Regional

Oleh Nur Jihan Salsabiila (10611810000025)

Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T

Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

email : nurjihansalsabiila025@gmail.com

Abstrak—Pemasaran produk Semen Indonesia dibagi menjadi empat region, pembagian region berdasarkan karakter pasar, distribusi dan strategi *brand*. Perusahaan Semen Indonesia dalam meramalkan permintaan semen regional hanya menggunakan proporsi. Permintaan semen memiliki pola yang fluktuatif dan berpola musiman sehingga penelitian ini akan dibandingkan metode *Holt Winter's* dan *Multiplicative Decomposition* untuk meramalkan permintaan semen regional bulan November 2021 hingga Juni 2022. Pencapaian tujuan penelitian ini dengan menggunakan ukuran kesalahan yang terdiri dari *mean absolute error* (MAPE), *mean absolute deviation* (MAD) dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Metode *Holt Winter's* lebih baik digunakan untuk peramalan permintaan semen di region 2, 3 dan 4 sedangkan metode *Multiplicative Decomposition* lebih baik digunakan untuk peramalan permintaan semen di region 1.

Kata Kunci—*Holt Winter's*, *Multiplicative Decomposition*, Semen Bag

I. PENDAHULUAN

Perusahaan Semen Indonesia dalam pemasaran produk di Indonesia dibagi menjadi empat region yaitu region 1 wilayah Sumatera, region 2 terdiri dari Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, region 3 terdiri dari Jawa Timur, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, Bali dan region 4 mencakup semua wilayah yang berada di sebelah timur Bali. Pembagian region dilakukan berdasarkan karakter pasar, distribusi dan strategi *brand*, sehingga strategi pemasaran lebih efisien. Informasi yang diperoleh dari peramalan permintaan akan memberikan gambaran tentang prospek permintaan semen di pasar untuk masa yang akan datang. Permintaan semen regional setiap bulannya memiliki pola yang fluktuatif dan musiman.

Selama ini, untuk mengetahui berapa jumlah semen yang akan terjual di setiap region digunakan proporsi permintaan semen perusahaan dengan permintaan semen di Indonesia dengan menyesuaikan tahun sebelumnya, yang mengakibatkan jika terjadi kejadian yang tidak terduga maka peramalan akan memiliki error yang cukup besar oleh karena itu, akan dilakukan peramalan permintaan untuk masing-masing region.

Pembahasan studi tentang peramalan permintaan semen telah banyak dilakukan oleh penelitian terdahulu yaitu Zayyana (2019) diperoleh kesimpulan bahwa peramalan jumlah permintaan semen tahun 2019 dengan menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing Winter* diperoleh MAPE sebesar 13%. Penelitiannya lainnya dilakukan oleh Kurniawan (2021) disimpulkan bahwa model fungsi transfer order (0,0,0) dengan deret *noise* ARIMA ([12],0,0) yang menghasilkan nilai RMSE sebesar 578.054 lebih baik untuk meramalkan permintaan

semen berdasarkan Indeks Harga Saham Properti. Penelitian lain mengenai metode *exponential smoothing* yang dilakukan oleh Fauzi (2021) diperoleh bahwa metode *exponential smoothing* lebih baik daripada metode *moving average* untuk meramalkan permintaan produk semen di PT Semen Gresik Rembang Tahun 2021 dengan MAPE 19,569%. Banyak metode yang telah digunakan untuk meramalkan permintaan semen, namun pada penelitian ini menggunakan metode *Exponential Smoothing Holt Winter's* dan *Multiplicative Decomposition*.

Metode *Holt Winter's* merupakan penyempurnaan dari metode *double exponential smoothing* linier yang mampu mengatasi faktor *seasonal* (musiman) dan unsur kecenderungan (*trend*) yang sekaligus muncul pada data deret waktu[1], sedangkan metode *Multiplicative Decomposition* dapat memisahkan faktor *seasonal* (musiman), *trend*, *cyclic* dan unsur random dari pola. Diceritakan kondisi data seperti Pemisahan ini dilakukan untuk membantu meningkatkan ketepatan peramalan dan membantu pemahaman atas perilaku runtun data secara lebih baik[2].

Tujuan penelitian ini ingin mengetahui metode terbaik antara metode *Holt Winter's* dan *Multiplicative Decomposition* untuk peramalan permintaan semen bulan November 2021 hingga Juni 2022 di setiap region. Harapannya dengan mengetahui peramalan permintaan untuk periode yang akan datang, maka hal ini dapat dijadikan acuan perusahaan dalam mengendalikan produksi, kapasitas dan lainnya.

II. STUDI LITERATUR

A. Data Time Series

Data *time series* adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu pada suatu objek dengan tujuan untuk menggambarkan perkembangan pada suatu objek tersebut [3]. Metode *time series* menjadi pilihan yang lebih efisien dan murah untuk menghasilkan forecast yang akurat. Dalam analisis *time series*, stasioneritas data menjadi isu terutama terkait dengan permasalahan *spurious regression*. Stasioneritas terkait dengan konsistensi pergerakan data *time series* [4].

B. Exponential Smoothing Holt Winter's

Metode *Holt Winter's* didasarkan pada tiga unsur yaitu stasioner, kecenderungan (*trend*) dan *seasonal* (musiman) untuk setiap periode menggunakan tiga pembobotan dalam prediksinya yaitu Alpha, Beta, Gamma.

Alpha (α) merupakan parameter yang mengontrol penghalusan relatif pada pengamatan yang baru dilakukan, Beta (β) merupakan parameter yang mengontrol penghalusan relatif pada pengamatan yang baru dilakukan

untuk mengestimasi kemunculan unsur kecenderungan atau tren. Gamma (γ) merupakan parameter yang mengontrol penghalusan relatif pada pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi kemunculan unsur musiman. Besarnya koefisien α , β , γ , memiliki jarak diantara 0 dan 1 yang ditentukan secara subjektif atau dengan meminimalkan nilai kesalahan dari estimasi tersebut[2].

Nilai peramalan (F) untuk p periode selanjutnya ($t+p$) dengan t merupakan periode ke- t , s merupakan jumlah periode dalam satu musim dapat dilakukan dengan melalui perhitungan persamaan (1).

$$F_{t+p} = L_t + pb_t + S_{t-s+p} \quad (1)$$

Formula pemulusan eksponensial (L_t) pada persamaan (2)

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2)$$

Sedangkan estimasi *trend* (b_t) dan estimasi musiman (S_t) diperoleh dengan persamaan (3) dan (4),

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (4)$$

Sebelum menghitung S_t , perlu dilakukan penghitungan nilai awal untuk level pemulusan eksponensial dengan persamaan (5) dimana s merupakan jumlah periode dalam satu musim.

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (5)$$

Formula nilai awal untuk *trend* (b_s) dan untuk musiman (S_i) pada persamaan (6) dan (7).

$$b_s = \frac{1}{s} \left(\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right) \quad (6)$$

$$S_i = Y_i - L_s; i = 1, 2, \dots, s \quad (7)$$

C. Multiplicative Decomposition

Metode dekomposisi mencoba untuk memisahkan tiga komponen berbeda dari pola dasar yang cenderung menjadi ciri kumpulan data ekonomi dan perdagangan. Komponen tersebut adalah faktor tren, musiman, dan siklus. Faktor *trend* dilambangkan dengan T_t menggambarkan perilaku data dalam jangka panjang dan bisa mengalami kenaikan atau penurunan. Faktor musiman S_t mengacu pada fluktuasi periodik dalam waktu konstan yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti suhu, bulan dalam setahun, kebijakan perusahaan, dan lain-lain. Faktor siklus C_t menggambarkan penurunan ekonomi atau industri tertentu. Proses inidinyatakan dalam sebuah model matematis yang memuat hubungan data deret waktu awal (Y) dengan komponen-komponennya[2].

Perhitungan *forecast* model *multiplicative decomposition* dapat ditunjukkan pada persamaan (8)

$$F_t = T_t \times S_t \times C_t \times \varepsilon_t \quad (8)$$

Proses dekomposisi data melewati tahapan-tahapan berikut[4].

Tahap 1. Pemisahan komponen S dan ε dari data

Pada deret data yang sebenarnya, merata-rata sejumlah data dengan periode yang sama sepanjang pola musiman, seperti 12 bulan, 4 bulan, dan lainnya.

Tahap 2. Pemisahan komponen T dari $T-C$

Pemisahan T dan C dilakukan dengan membuat persamaan *trend* yang sama dengan model linier, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (9)

$$T = a + b(t) \quad (9)$$

Nilai b dapat dihitung dengan persamaan (10)

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \quad (10)$$

Sehingga a diperoleh dengan cara seperti pada persamaan (11)

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (11)$$

Persamaan untuk mengidentifikasi komponen C (CF) ditunjukkan pada persamaan (12)

$$CF = \frac{CMA}{T} \quad (12)$$

CMA dihitung dengan melakukan rata-rata setiap dua data MA.

Tahap 3. Melakukan peramalan

D. Ukuran Kesalahan Peramalan

Hasil parameter peramalan yang terbaik yaitu yang memberikan nilai kesalahan peramalan atau galat (*error*) yang terkecil, digunakan ukuran kesalahan peramalan untuk mengevaluasi dari metode yang digunakan dan hasil peramalan yang diperoleh[5]. Galat (*error*) merupakan selisih antara data aktual dengan data ramalan sehingga dapat ditulis dalam persamaan (13).

$$\varepsilon_t = Y_t - F_t \quad (13)$$

Terdapat beberapa teknik untuk pengukuran kesalahan, namun dalam penelitian ini hanya menggunakan tiga pengukuran kesalahan, yaitu :

1. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error dapat dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut periode ke- i dibagi dengan nilai aktual pada periode ke- i , kemudian dirata-rata kesalahan absolut tersebut. Pendekatan ini digunakan Ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting untuk mengevaluasi ketepatan ramalan[6]. MAPE dapat dihitung dengan persamaan (14).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - F_i}{F_i} \right| \quad (14)$$

Nilai MAPE yang kurang dari 10% menunjukkan bahwa kemampuan peramalan sangat baik.

2. Mean Absolute Deviation (MAD)

Mean Absolute Deviation merupakan rata-rata nilai absolut dari kesalahan peramalan sehingga dapat ditunjukkan pada persamaan (15) [6].

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \quad (15)$$

3. Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE dapat dihitung dengan mengakarkan MSE, dimana MSE atau *mean square error* didapatkan dengan merata-rata jumlah kuadrat error [6], sehingga diperoleh formula RMSE pada persamaan (16).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2} \quad (16)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah volume permintaan semen domestik yang diperoleh dari Asosiasi Semen Indonesia.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan adalah volume permintaan semen domestik di setiap region dengan kurun waktu Januari 2012 hingga Oktober 2021.

C. Struktur Data

Struktur data disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 1. Struktur Data

Tahun	Bulan	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4
2012	Januari	Y ₁	Y ₁	Y ₁	Y ₁
	Februari	Y ₂	Y ₂	Y ₂	Y ₂
	Maret	Y ₃	Y ₃	Y ₃	Y ₃

2013	Desember	Y ₁₂	Y ₁₂	Y ₁₂	Y ₁₂
	Januari	Y ₁₃	Y ₁₃	Y ₁₃	Y ₁₃
	Februari	Y ₁₄	Y ₁₄	Y ₁₄	Y ₁₄
	Maret	Y ₁₅	Y ₁₅	Y ₁₅	Y ₁₅
...
	Desember	Y ₂₄	Y ₂₄	Y ₂₄	Y ₂₄

2021	Januari	Y ₁₀₉	Y ₁₀₉	Y ₁₀₉	Y ₁₀₉
	Februari	Y ₁₁₀	Y ₁₁₀	Y ₁₁₀	Y ₁₁₀
	Maret	Y ₁₁₁	Y ₁₁₁	Y ₁₁₁	Y ₁₁₁

2021	Oktober	Y ₁₁₈	Y ₁₁₈	Y ₁₁₈	Y ₁₁₈

D. Langkah Analisis

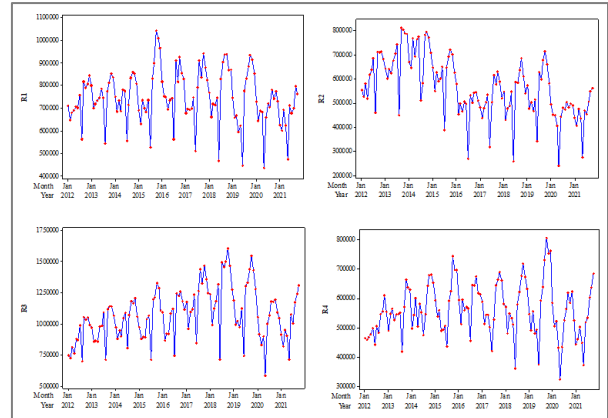
Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis deskriptif terhadap variabel penelitian pada setiap region.
2. Pemodelan dengan metode *Holt Winter's Exponential Smoothing* dengan *trial and error* dalam menentukan nilai α , β , γ .
3. Pemodelan dengan metode *multiplicative decomposition*.
4. Pemilihan metode terbaik dengan membandingkan ukuran kesalahan peramalan yaitu MAPE, MAD, RMSE.

5. Melakukan peramalan dengan metode yang terpilih untuk permintaan semen domestik bulan November 2021 hingga Juni 2022.
6. Menarik kesimpulan dan saran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis deskriptif mengenai permintaan semen domestik per region berdasarkan *time series plot* dari bulan Januari 2012 hingga Oktober 2021 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Time Series Plot Permintaan Semen

Gambar 1 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan permintaan pada bulan juni atau juli di setiap tahunnya saat hari raya Idul Fitri sehingga data permintaan semen di setiap region tidak stasioner dan membentuk pola yang sama setiap 12 bulan atau dalam 1 tahun sehingga dapat dikatakan bahwa data berpola musiman. Permintaan semen di region 1, 2 dan 4 memiliki kecenderungan (*trend*) turun, sedangkan di region 3 cenderung naik dari tahun ke tahun.

Pemodelan *Holt Winter's Exponential Smoothing* menggunakan 3 parameter yaitu α , β , dan γ yang ditentukan dengan cara *trial and error* dengan melihat nilai MAPE, MAD, dan RMSE yang terkecil, maka dihasilkan nilai α , β , γ yang optimum untuk masing-masing region dengan *seasonal* 12 dan menggunakan model *multiplicative* yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Data

Region	Alpha	Beta	Gamma	MAPE
1	0.3	0.03	0.99	9
2	0.42	0.05	1	11
3	0.36	0.045	0.99	9.607
4	0.35	0.04	0.99	9

Diperoleh nilai MAPE kurang dari 10% yang menunjukkan bahwa kemampuan *Holt Winter's* dalam meramalkan permintaan semen di region 1, 3 dan 4 sangat baik.

Selanjutnya dilakukan peramalan menggunakan metode *multiplicative decomposition* dan dibandingkan antara kedua metode menggunakan 3 ukuran kesalahan yaitu MAPE, MAD, dan RMSE. Model dikatakan baik jika memiliki ukuran kesalahan yang lebih kecil, diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran Kesalahan Peramalan

Region	Metode	
	Holt Winters	Multiplicative Decomposition

	MAPE	MAD	RMSE	MAPE	MAD	RMSE
1	9	62436	87576.91	9	61674	85534.63
2	11	52459	77885.11	14	66203	89813.91
3	9.6070	93878.3	142526.3	11.743	115243	157725.4
4	9	45211	57008.37	9	45669	58613.36

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari dua metode yang digunakan, metode Holt Winter's untuk peramalan permintaan semen di region 2, 3, dan 4 menghasilkan 3 kriteria kebaikan model yaitu MAPE, MAD dan RMSE paling kecil dari metode *multiplicative decomposition*, sedangkan untuk peramalan di region 1 menghasilkan 2 kriteria kebaikan yaitu MAD dan RMSE paling kecil dengan menggunakan metode *multiplicative decomposition*.

Peramalan permintaan semen bulan November 2021 hingga Juni 2022 dengan menggunakan metode yang terpilih di setiap region disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Peramalan

Bulan	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4
Nov-21	805187.11	556645	1198901.7	697672.34
Des-21	788629.15	513348	1115037.8	606294.83
Jan-22	696318.36	448554	953525.36	507265.92
Feb-22	625398.74	408919	837515.48	494354.3
Mar-22	660785.26	448926	895488.4	516481.54
Apr-22	641392.83	405618	853140.79	446193.61
Mei-22	657989.63	272220	673365.59	368405.68
Jun-22	662996.58	443351	984862.13	484509.81

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa Metode *Holt Winter's Exponential Smoothing* lebih baik digunakan di region 2, 3, 4 dan metode *Multiplicative Decomposition* lebih baik digunakan di region 1 untuk peramalan permintaan semen bulan November 2021 hingga Juni 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prajakta S, Kalekar. 2004. Time series forecasting using Holt's Winters Exponential Smoothing. Kanwal Rekhi School of Information Technology.
- [2] Makridakis, S, dkk. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan. Terjemahan dari Forecasting : Methods and Applications*, oleh Hari Suminto, Binarupa Aksara. Jakarta.
- [3] Yunarto, H. I., & Santika, M. G. (2005). *Business Concepts Implementation Series in Inventory Management*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [4] Siregar, S. (2017). *STATISTIKA TERAPAN UNTUK PERGURUAN TINGGI*. Jakarta: PT Kharisma Putra Utama.
- [5] Santoso, Singgih. (2009). *Panduan Lengkap Menguasai Statistik dengan SPSS 17*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- [6] Chang, Pei-Chann, Chen-Hao Liu, Chia-Hsuan Yeah, Shih-Hsin Cen (2007). The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting, Elsevier, 32(Expert Systems with Applications), 86-96.
- [7] Zayyana, F.Z., dkk. (2019). *Peramalan Jumlah Permintaan Semen dengan Menggunakan Metode Triple Exponential Smoothing Winter*: Prosiding Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islami (hlm. 321-328). Malang: Simanis.
- [8] Fauzi, M.A. (2021). *Peramalan Permintaan Produk Semen Di PT Semen Gresik Rembang*. Tugas Akhir. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [9] Kurniawan, W.A. (2021). *Peramalan Permintaan Semen Berdasarkan Indeks Harga Saham Properti Menggunakan Fungsi Transfer*. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.