

KEBIJAKAN PERSEDIAAN MATERIAL SEMEN PADA PRODUKSI BETON *READY MIX* MENGGUNAKAN METODE *TIME SERIES* (STUDI KASUS PT. XYZ)

Berry Rizky Dzulhijjah¹, Singgih Saptadi¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Pada proyek konstruksi kebutuhan beton dipenuhi dengan dua cara yaitu *site mix* dan *ready mix*. Perbedaan kedua metode tersebut didasarkan pada proses pembuatannya. Salah satu cara yang umum digunakan adalah dengan membuat *Batching Plant* untuk produksi beton *ready mix*. Pada perusahaan *Batching Plant* harus merencanakan stok ketersediaan bahan baku dengan tepat supaya tidak terjadi keterhambatan dalam keberjalanan proyek. Pada penelitian ini berfokus pada peramalan kebutuhan material semen sebagai bahan baku dari beton *ready mix* yang diproduksi *Batching Plant*. Penelitian ini dibatasi dengan lingkup tempat yaitu *Batching Plant* PT XYZ. Penelitian ini menggunakan data historis dari demand material semen pada tahun 2022 selama 12 periode. Metode peramalan yang digunakan adalah metode *time series* yaitu *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Holt-Winters*. Plot data menghasilkan pola grafik yang fluktuatif. Setelah dilakukan peramalan selanjutnya adalah memilih metode terbaik menggunakan verifikasi *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. *MAPE* digunakan dikarenakan lebih mudah dipahami oleh pembaca. Setelah mendapat metode terpilih langkah selanjutnya yaitu validasi metode terpilih. Hasil validasi menunjukkan tidak ada data yang melewati batas atas maupun bawah sehingga hasil dapat dinyatakan valid. Metode terpilih adalah *Double Exponential Smoothing* dengan nilai *MAPE* sebesar 42%. Hasil peramalan dari metode terpilih digunakan untuk acuan ketersediaan bahan baku pada enam periode selanjutnya dalam proses produksi.

Kata kunci: peramalan; material; beton *ready mix*

Abstract

In construction projects, concrete requirements can be fulfilled through two methods: *site mix* and *ready mix*. The difference between these two methods is based on their production processes. One common method used is to establish a *Batching Plant* for producing *ready mix* concrete. In a *Batching Plant* company, it is important to plan the availability of raw materials accurately to avoid delays in the project. This study focuses on forecasting the demand for cement, a raw material for *ready mix* concrete produced in a *Batching Plant*. The study is limited to the scope of the PT XYZ *Batching Plant* location and uses historical data from 12 periods of cement material demand in 2022. Time series forecasting methods, such as *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, and *Holt-Winters*, were used in this study. The plot of the data generated a fluctuating pattern. After forecasting, the next step is to choose the best method using verification through *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, which is used for its ease of understanding. The chosen method is then validated, and the results indicate that no data exceeded the upper or lower limits, making the results valid. The selected method is *Double Exponential Smoothing* with an *MAPE* value of 42%. The forecasting results from the selected method are used as a reference for the availability of raw materials in the next six periods of the production process.

Keywords: forecasting; material; concrete

1. Pendahuluan

Pada proyek konstruksi kebutuhan beton dipenuhi dengan dua cara yaitu *site mix* dan *ready mix*. Perbedaan kedua metode tersebut didasarkan pada proses pembuatannya. Beton *site mix* dilakukan dengan manual menggunakan tenaga manusia dan beton tersebut bermutu baik jika pemilihan material

yang digunakan secara tepat, jumlah takaran yang tepat, serta pekerjaan dilakukan secara konsisten. Beton *ready mix* dibuat dengan menggunakan mesin yang dikontrol sistem komputerisasi oleh operator produksi. Tempat produksi beton *ready mix* disebut dengan *Batching Plant* (Agus B, M Afif, & N, 2021). *Batching Plant* merupakan fasilitas yang khusus dibangun sebagai tempat pengadukan dan

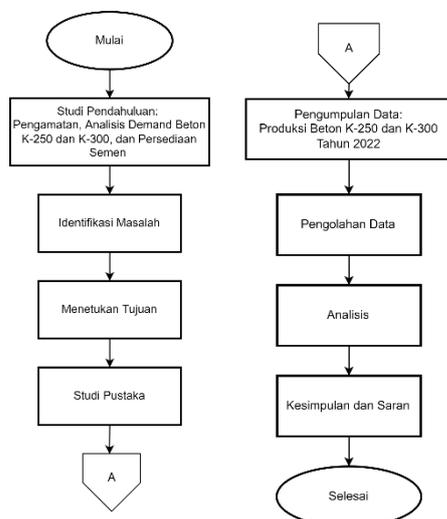
percampuran bahan material dasar beton, yaitu: semen portlan, pasir, air, batu kerikil dengan volume takaran besar, sesuai dengan fungsi masing-masing dengan jenis mutu yang telah ditetapkan sehingga menjadi beton *ready mix* siap pakai, kemudian dituang pada truk *mixer* untuk dikirim ke lokasi pengecoran (Mandhagi & T, 2015).

Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri beton adalah PT XYZ, perusahaan ini adalah anak perusahaan dari PT ABC. PT XYZ mempunyai beberapa plant produksi dan *Batching Plant* yang tersebar di Pulau Jawa. Di Jawa Tengah terdapat 3 *Batching Plant* yaitu di Kota Semarang, Kota Solo, dan Kabupaten Batang. Lokasi *Batching Plant* Semarang ditujukan untuk memenuhi permintaan pasar yang ada di sekitar Kota Semarang. Produksi dilakukan dengan cara *make to order* yaitu perusahaan akan langsung memproduksi beton dan mengirimnya ketika ada pesanan dari lapangan proyek. Dalam keberjalanan bisnisnya, PT XYZ *Batching Plant* Semarang memproduksi berbagai jenis mutu beton *ready mix*, dari mutu K-100 sampai dengan K-500. Perbedaan mutu beton ditujukan untuk menyesuaikan penggunaan sehingga mencegah pemborosan bahan baku beton dalam membuat konstruksi.

Pada tahun 2022 perusahaan mendapat kontrak dari 49 proyek di sekitar Kota Semarang. Sebanyak 24% dari jumlah proyek tersebut menggunakan mutu beton K-250. Perusahaan perlu menyediakan stok bahan baku dengan tepat agar tidak terjadi keterlambatan pengiriman beton. Kendala di lapangan adalah kerap terjadi kekurangan bahan baku semen dikarenakan pemeriksaan stok semen yang disimpan di dalam silo masih menggunakan cara manual. Oleh sebab itu peneliti bermaksud membuat analisis kebutuhan semen untuk periode mendatang dengan peramalan *demand* menggunakan metode Time Series sehingga hasil dari peramalan tersebut dapat menjadi acuan untuk perencanaan material semen di perusahaan.

2. Metode Penelitian

Berikut merupakan flowchart metode penelitian:



Gambar 1. 1 Flowchart Penelitian

Pada gambar di atas yaitu flowchart metode penelitian menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan. Penelitian diawali dengan melakukan studi pendahuluan yaitu melakukan pengamatan dan analisis pada *demand* beton mutu K-250 dan K-300. Kemudian yaitu melakukan tahapan identifikasi masalah yang dilanjutkan dengan menentukan tujuan dari penelitian serta melakukan peninjauan pustaka terkait dengan metode. Langkah berikutnya adalah mengumpulkan data permintaan dan waktu tunggu dari semen portland, kemudian memilih metode peramalan deret waktu yang akan digunakan. Data historis permintaan akan dianalisis melalui plot data dan analisis. Selanjutnya, dilakukan peramalan menggunakan metode yang dipilih, dan kemudian menentukan metode peramalan terbaik dengan tingkat kesalahan yang paling kecil. Metode peramalan terpilih akan dievaluasi melalui analisis. Tahap terakhir adalah membuat kesimpulan dan memberikan rekomendasi kebijakan.

Metode yang digunakan untuk peramalan adalah metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan Holt Winter Multiplikatif. Kemudian metode verifikasi yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pada tahapan terakhir menggunakan metode EOQ untuk menentukan kebijakan pembelian bahan baku.

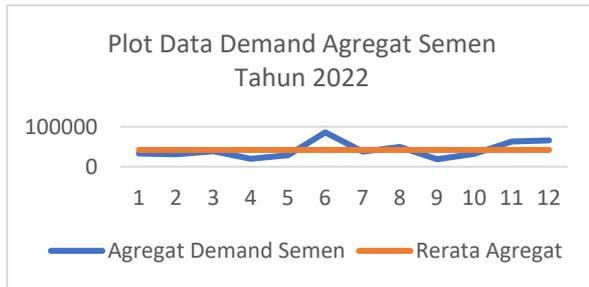
3. Hasil dan Pembahasan

Perusahaan PT XYZ *Batching Plant* Semarang memproduksi beton *ready mix* dengan mutu K-300 dan menggunakan semen dalam bahan bakunya. Berikut merupakan data historis *demand* semen untuk produksi beton *ready mix* K-300 setiap bulan selama tahun 2022:

Tabel 1. 1 Data *Demand* Agregat Semen 2022

Periode	Bulan	<i>Demand</i> Agregat (Kg)
1	Jan-22	32850
2	Feb-22	31140
3	Mar-22	38790
4	Apr-22	19710
5	May-22	28560
6	Jun-22	85830
7	Jul-22	37650
8	Aug-22	49260
9	Sep-22	18630
10	Oct-22	32070
11	Nov-22	62790
12	Dec-22	65940
Jumlah		567240
Rata-rata		47270

Berikut merupakan plot data historis *demand* agregat semen portland untuk bahan baku produksi beton mutu K-250 dan mutu K-350 selama 12 periode pada tahun 2022:



Gambar 1. 2 Plot Data Historis Demand Semen Tahun 2022

Pada gambar grafik di atas dapat diamati pola yang terjadi adalah pola data siklik tetapi juga terjadi trend di dalamnya. Dapat disimpulkan bahwa pola data di atas berbentuk pola data fluktuaktif.

Data yang digunakan sebagai input dalam peramalan *demand* semen portland yaitu data dalam satuan agregat. Pada plot data *demand* semen bisa diamati bahwa memiliki pola yang cenderung fluktuaktif, oleh karena itu metode peramalan yang digunakan perlu memperhitungkan tren, musim, dan randomness. Metode tersebut *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan metode Holt Winter. Dari hasil perhitungan menggunakan metode-metode tersebut akan dibandingkan nilai error untuk memilih metode peramalan. Metode dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil yang akan dipilih.

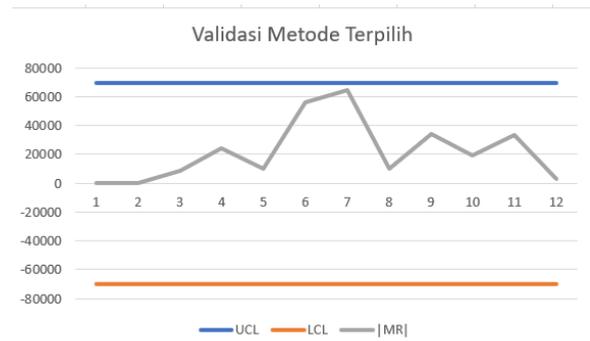
Setelah mendapat hasil peramalan dengan menggunakan tiga metode *Time Series*, selanjutnya melakukan pemilihan metode terbaik dengan didasari kriteria nilai error terkecil. Dalam pemilihan metode terbaik, perbandingan nilai error dilakukan dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yaitu dengan melihat persentase kesalahan hasil peramalan terhadap *demand* aktual selama periode tertentu. Berikut merupakan rekapitulasi nilai error hasil peramalan:

Tabel 1. 2 Rekapitulasi Perhitungan Error

Metode	Nilai MAPE
SES	45%
DES	42%
Holt-Winter	51%

Berdasarkan tabel di atas yaitu rekapitulasi perhitungan error dapat diketahui nilai error paling kecil terdapat pada metode *Double Exponential Smoothing* dengan nilai MAPE 42%. Oleh karena itu metode *Double Exponential Smoothing* dipilih sebagai metode peramalan terbaik pada kasus ini.

Setelah dilakukan perhitungan nilai error terkecil dengan metode MAPE dan diketahui bahwa peramalan metode terpilih adalah *Double Exponential Smoothing* selanjutnya dilakukan validasi dari hasil peramalan metode terpilih, Metode yang digunakan dalam validasi hasil peramalan adalah peta Moving Range. Berikut ini merupakan grafik peta moving range untuk validasi hasil peramalan dari metode terpilih:



Berdasarkan grafik peta *moving range* di atas terlihat bahwa tidak ada nilai yang melebihi batas kontrol atas (UCL) maupun batas kontrol bawah (LCL). Sehingga dapat dikatakan bahwa data peramalan metode *Double Exponential Smoothing* adalah valid setelah melalui validasi menggunakan peta *moving range*.

Berdasarkan metode peramalan terpilih yaitu metode *Double Exponential Smoothing* sehingga metode tersebut digunakan untuk meramalkan *demand* semen portland sebagai bahan baku beton *ready mix* pada 6 periode mendatang. Pada penelitian ini data yang digunakan untuk membuat peramalan merupakan data produksi beton *ready mix* mutu K-250 dan K-300 yang dikonversi menjadi data *demand* semen. Berikut merupakan hasil peramalan untuk 6 periode selanjutnya dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*:

Tabel 1. 3 Hasil Peramalan Demand Semen Tahun 2023

Periode	Forecast	Hasil Pembulatan (Kg)
13	57353,5	57354
14	60148,0	60148
15	62942,4	62943
16	65736,9	65737
17	68531,4	68532
18	71325,8	71326

Dari hasil peramalan tersebut selanjutnya diambil nilai rata-rata untuk menghitung nilai EOQ. Nilai Economic Order Quantity akan digunakan sebagai acuan dalam pembelian bahan baku ketika stok bahan baku menyentuh *reorder point*.

Dari perhitungan *minimum inventory* didapatkan nilai *reorder point* sebesar 2237,604 Kg. Kebijakan setiap kali pembelian bahan baku dihitung sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$$

maka

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 64.340 \times Rp275.000.}{Rp16.750}}$$

$$EOQ = 1453,5 \text{ Kg}$$

Keterangan:

D= Rata-rata Demand (Kg) = 64.340 Kg

S = Biaya pemesanan (Rp) = Rp275.000

H= Biaya penyimpanan (Rp) = Rp16.750

Dari perhitungan EOQ didapatkan nilai 1453,5 Kg setiap sekali pembelian bahan baku untuk memperoleh kuantitas ekonomis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa plot data historis *demand* semen portlan menunjukkan grafik yang cenderung fluktuatif sehingga metode peramalan yang digunakan adalah metode Time Series yaitu *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan Holt Winter Multiplikatif. Setelah melakukan peramalan menggunakan 3 metode tersebut kemudian memverifikasi peramalan dengan menghitung nilai error dengan menggunakan metode MAPE. MAPE digunakan karena lebih mudah dalam diinterpretasikan. Metode terbaik dipilih berdasarkan nilai MAPE terkecil.

Metode dengan nilai error terkecil adalah *Double Exponential Smoothing* dengan nilai sebesar 42%. Dari hasil metode yang terpilih kemudian dilakukan uji validasi menggunakan peta Moving Range untuk meninjau apakah ada data yang di luar batas kendali atau termasuk *rule of violation*. Hasil dari uji validasi ditemukan bahwa tidak ada data yang berada di luar batas kendali maupun termasuk *rule of violation* sehingga hasil peramalan dapat digunakan.

Hasil peramalan dapat dijadikan pertimbangan dalam mengendalikan persediaan semen untuk produksi beton readymix selama 1 semester pada tahun 2023 dengan memperhatikan *lead time*. Hasil perhitungan EOQ dapat dijadikan acuan untuk kebijakan persediaan material semen sebagai bahan baku beton *ready mix*,

5. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan efektif, sebaiknya data kapasitas tampung tempat penyimpanan sebaiknya diketahui sehingga dapat dilakukan pengecekan apakah hasil perhitungan dengan suatu metode dapat diterapkan ataupun tidak.

Dalam penerapan peramalan data *demand*, *leadtime* dan data – data inventory lain harus selalu diperbaharui sehingga dapat memudahkan dalam pelaksanaan control serta pengawasannya.

Daftar Pustaka

- Agus B, S., M Afif, S., & N, A. F. (2021). Analisis Perbandingan Metode Beton Site-mix dengan Beton *Ready mix*. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 7(2), 146-152.
- Elizar, Harmiyati, Santoso, R. H., & Irwan, M. N. (2020). Analisis Produktivitas Pekerja dengan Konsep Value Stream Mapping pada Pekerjaan Kolom dan Balok. *Jurnal Sipil*, 6(1), 31-40.

- Garpersz, V. (1998). *Production Plan & Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, R., & Malau, W. (2020). NALISIS PERBANDINGAN MUTU BETON DENGAN MENGGUNAKAN BERBAGAI CARA PENGADUKAN (*READY MIX*, MOLEN DAN MANUAL). *Jurnal Darma Agung*, 28(1), 106-114.
- Hanke, E. J., & Wichern, D. W. (2005). *Business forecasting*. Pearson Education.
- Hartini, S., & Suryadi, K. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: Lubuk Agung.
- Husen, A. (2009). *Manajemen Proyek (Revisi ed.)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Makridakis, S., Wheelwright, S., & Hyndman, R. (1998). *Forecasting: Methods and Applications (3rd ed.)*. New York: John Wiley & Sons.
- Mandhagi, R. J., & T, T. (2015). Analisis Kelayakan Investasi *Ready mix* Concrete di Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 3(7), 492-502.
- Peurifory, R. L., Ledbetter, W. B., & Schexnayder, C. V. (1996). *Construction Planning Equipment and Method (5th ed.)*. McGraw-Hill.
- Prawiro, S. (2007). *Manajemen Operasi (4th ed.)*. Yogyakarta: BPFE.
- Rejeki, D. S., & Utomo, N. P. (2017). *Buku Panduan Beton Bertulang Indonesia*.
- Salim, & B, S. (2018). Optimalisasi Produksi Beton *Ready mix* dengan Metode Linear Programming. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(1), 65-71.
- Silvia. (2013). Pengendalian Persediaan Bahan Baku menggunakan Bahan Baku menggunakan Metode Min-Max Stock pada PT. Semen Tonasa.