

Optimization of Dynamix Cement Inventory Planning with Tsukamoto's Fuzzy Inventory Method at PT TRACK

Optimasi Perencanaan Persediaan Semen Dynamix dengan Metode *Fuzzy Inventory* Tsukamoto di PT TRACK

Gusti Nurina Azhariani, Tedjo Sukmono
{nurina,azharianii@gmail.com, thedjoss@umsida.ac.id}

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstract. In 2021, PT TRACK has an average Dynamix Cement inventory of 1,488 sacks/month and the highest inventory can reach 2,240 sacks. The high inventory capacity has an impact on inventory capacity that exceeds the maximum inventory limit (overload). This study aims to determine the optimal amount of Dynamix Cement inventory at PT TRACK so that it does not cause inventory overload. The method used is Fuzzy Inventory Control Tsukamoto. Several stages carried out in this research include (a) forming Fuzzy sets, (b) forming rules (c) inference, and (d) affirmation (defuzzification). The results of this study showed that the optimal supply of Semen Dynamix at PT TRACK in the period December 2020 to December 2021 was 1350 sacks, 1480 sacks, 1300 sacks, 1290 sacks, 1300 sacks, 1350 sacks, 1370 sacks, 1490 sacks, 1790 sacks, 1510 sacks, 1280 sacks, 1300 sacks, and 1320 sacks. Based on the estimated inventory of PT TRACK's Dynamix Cement, the total inventory of Dynamix Cement in the next period using the Tsukamoto Fuzzy Inventory method is 1380 sacks.

Keywords — Fuzzy Tsukamoto Method; Inventory Control; Production Planning

Abstrak. Pada tahun 2021, PT TRACK memiliki rata-rata persediaan Semen Dynamix sebesar 1.488 sak/bulan dan persediaan tertinggi dapat mencapai 2.240 sak. Tingginya kapasitas persediaan memberikan dampak pada kapasitas inventory yang melebihi batas maksimum persediaan (overload). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah persediaan optimal Semen Dynamix di PT TRACK sehingga tidak mengakibatkan overload pada persediaan. Metode yang digunakan adalah Fuzzy Inventory Control Tsukamoto. Beberapa tahapan yang dilakukan mencakup (a) pembentukan himpunan Fuzzy, (b) membentuk aturan-aturan (c) inferensi, (d) penegasan (defuzzifikasi). Hasil penelitian ini didapatkan jumlah persediaan optimal Semen Dynamix di PT TRACK pada periode Desember 2020 hingga Desember 2021 berturut-turut sebesar 1350 sak, 1480 sak, 1300 sak, 1290 sak, 1300 sak, 1350 sak, 1370 sak, 1490 sak, 1790 sak, 1510 sak, 1280 sak, 1300 sak, dan 1320 sak. Berdasarkan perkiraan jumlah persediaan Semen Dynamix PT TRACK tersebut, maka jumlah persediaan Semen Dynamix pada periode berikutnya adalah sebesar 1380 sak.

Kata Kunci — Metode Fuzzy Tsukamoto; Pengendalian Persediaan; Perencanaan Produksi

I. PENDAHULUAN

Kegiatan yang wajib diperhatikan sebelum mengawali sebuah proses produksi ialah menetapkan jumlah persediaan bahan baku pada perusahaan. Kemampuan menyediakan bahan baku tepat waktu dan sesuai dengan permintaan merupakan faktor yang perlu diperhatikan untuk mencegah peluang yang mengakibatkan kerugian perusahaan. Dalam realita yang ditemukan sulit untuk memastikan jumlah persediaan tepat waktu dan jumlah yang tepat untuk periode kedepannya.

Perusahaan yang kehabisan stok menghadapi dua risiko. Artinya jika perusahaan kehabisan produk dalam suatu waktu, perusahaan tidak akan dapat memenuhi permintaan pelanggan, tetapi jika perusahaan memiliki terlalu banyak persediaan, biaya persediaan perusahaan akan relatif tinggi. Dalam hal ini, peramalan adalah hal yang dibutuhkan untuk penentuan keputusan terkait persediaan dengan memprediksi terhadap besaran satu atau beberapa produk sebagai perencanaan masa mendatang.

Dalam penentuan banyaknya bahan baku yang harus disediakan untuk kebutuhan lapangan, PT TRACK mengalami suatu permasalahan dalam pengambilan keputusan. Sulitnya jumlah persediaan yang dapat diprediksi perusahaan dikarenakan suatu ketidakpastian jumlah permintaan di setiap periode waktunya, sehingga perusahaan belum dapat menentukan jumlah persediaan optimal. Berdasarkan hal tersebut, diharapkan dengan metode *Fuzzy inventory control* Tsukamoto perencanaan persediaan bahan baku yang sangat diperlukan perusahaan selain untuk menjamin kelancaran proses persediaan produk juga dapat menekan biaya persediaan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan model matematika yang dapat digunakan oleh PT TRACK dalam menentukan jumlah persediaan

bahan baku yang optimal.

A. Semen

Semen merupakan komponen pembuatan beton yang terbuat dari bubuk kapur dan material lainnya. Penghalusan klinker yang dikandung oleh komponen utama silikat-silikat kalsium dan batu gips sebagai aditif, menghasilkan semen sebagai perekat hidrolik, yang sebelumnya bereaksi dengan air untuk membentuk perekat baru pada batu. Dalam kata lain, semen merupakan bahan pengikat yang terbuat dari campuran bahan yang memiliki sifat adhesi dan kohesif yang saat diaplikasikan, semen dipakai bersama-sama dengan pasir dan kerikil. [1]

Jenis semen dapat dibagi menjadi dua kategori utama. Klasifikasinya sebagai berikut:[2]

1. Semen non-hidrolik

Semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, namun membutuhkan udara untuk dapat mengeras. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

2. Semen hidrolik

Semen yang memiliki kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air

B. Perencanaan persediaan

Perencanaan merupakan proses yang menyeimbangkan permintaan dan pasokan untuk menentukan tindakan terbaik dalam memenuhi kebutuhan pengadaan, produksi, dan pengiriman. Perencanaan ini meliputi proses perkiraan kebutuhan penjualan, perencanaan dan manajemen persediaan, perencanaan produksi, perencanaan material, perencanaan kapasitas, dan koordinasi perencanaan rantai pasok dengan perencanaan keuangan. Sedangkan persediaan merupakan aset penting bagi perusahaan yang nantinya produk tersebut akan dijual dalam periode usaha yang telah ditentukan perusahaan, persediaan barang masih dalam pengerjaan atau persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam proses produksi [3][4].

Untuk memenuhi kebutuhan konsumen, dibutuhkan sistem pengendalian persediaan. Sistem pengendalian persediaan yang baik memiliki tujuan bukan untuk meminimalkan persediaan, tetapi untuk menyeimbangkan persediaan agar tidak berlebihan maupun kekurangan. Kelebihan persediaan dapat menyebabkan biaya yang lebih tinggi, keuntungan perusahaan yang lebih rendah, kerusakan barang, dan keusangan. Tujuan utama dari manajemen persediaan adalah untuk meningkatkan layanan pelanggan dan memungkinkan perusahaan untuk mendapatkan pangsa pasar melalui layanan yang unggul [5].

C. Fungsi persediaan

Persediaan dapat memberikan beberapa fungsi untuk meningkatkan fleksibilitas produksi perusahaan. Beberapa fungsi persediaan adalah sebagai berikut [6]:

1. Untuk kelancaran proses produksi. Jika bahan dari pemasok sering tidak tiba tepat waktu, diperlukan persediaan sebagai cadangan untuk digunakan jika bahan yang dipesan tidak sampai.
2. Untuk memperkirakan permintaan pelanggan yang berfluktuasi. Permintaan produk biasanya bersifat musiman. Musim panen, hari raya keagamaan, waktu haji, waktu pernikahan, awal sekolah, ulang tahun, atau acara lainnya meningkatkan permintaan barang dagangan tertentu dibandingkan hari-hari biasa.
3. Untuk memperkirakan permintaan tersebut, perusahaan perlu mempersiapkan dan menghitung pengiriman terlebih dahulu.

D. Teori logika fuzzy

Konsep teori *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh LA. Zadeh dari *University of California*, Berkeley pada tahun 1965. Pengenalan pola, komunikasi informasi dan hal lain yang berhubungan dengan pemikiran manusia adalah sebagai himpunan ketidakpastian atau disebut *fuzzy set* [7].

Logika *Fuzzy* menggunakan teori matematis himpunan *Fuzzy* yang cocok untuk merepresentasikan suatu ruang masukan ke dalam ruang keluaran. Dalam kehidupan, ketidakpastian sifat manusia juga dapat dicerminkan oleh logika *Fuzzy*. Metode ini merupakan cara akurat untuk menggambarkan pandangan manusia tentang permasalahan penentuan suatu keputusan [8].

Fuzzy memiliki nilai kesamaran antara benar atau salah yaitu *range* nilai 0 sampai 1 yang dikenal sebagai derajat keanggotaan. Secara teori, suatu nilai dapat bernilai benar atau salah dalam waktu bersamaan, namun jumlah kebenaran dan kesalahannya bergantung kepada besar nilai keanggotaan. Itu menandakan perbedaannya dengan himpunan tegas yang mempunyai hanya nilai 1 atau 0 (ya atau tidak) [9].

E. Logika fuzzy tsukamoto

Tsukamoto merupakan orang yang pertama memperkenalkan tentang teori logika *Fuzzy* Tsukamoto. Himpunan *Fuzzy* dengan metode Tsukamoto mewakili aturan dengan fungsi keanggotaan monoton yang dimana setiap kesimpulan dengan IF-THEN. Sehingga dapat disimpulkan dasar dari keluaran setiap aturan diberikan secara tegas adalah α -predikat, kemudian dihitung rata-rata terbobot [7].

Dalam sistem inferensi *Fuzzy* Tsukamoto terdapat 4 tahapan yang dilakukan sebagai berikut [10]:

1. *Fuzzyfikasi*, yaitu mengubah nilai yang ditentukan masukan sistem menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang tersimpan dalam rule base *Fuzzy*.
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF...THEN*), yaitu secara umum bentuk model *Fuzzy* Tsukamoto adalah *IF (X IS A) and (Y IS B) THEN (Z IS C)*, dimana A, B, dan C adalah himpunan *fuzzy*.
3. Mesin Inferensi, yaitu proses dengan menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing *rule* ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).
4. Defuzzyfikasi, dengan menggunakan rata-rata (*Weight Average*) dengan rumus:

$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \alpha_4 z_4}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} \quad (1)$$

Keterangan :

Z = keluaran rata-rata terbobot dan berupa konstanta (k)

α = nilai α -predikat, bobot minimal dari hasil operasi aturan ke-n

z = nilai untuk setiap rekomendasi dalam pembentukan aturan ke-n

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian di PT TRACK yaitu studi lapangan dengan mengambil rekap data permintaan dan rekap data pemesanan Semen Dynamix selama 1 tahun periode dimulai bulan Desember 2020 hingga Desember 2021. Selanjutnya dilakukan Wawancara kepada *Head of Logistic* dan *Purchasing Staff* PT TRACK untuk dapat mengetahui alur perencanaan jumlah pemesanan Semen Dynamix yang digunakan sebagai persediaan gudang dan alur pengeluaran barang yang diminta lapangan. Untuk pengolahan data *Fuzzy Inventory* Tsukamoto dengan menggunakan *software* MATLAB R2013a.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan perencanaan persediaan, PT TRACK juga melakukan peramalan persediaan dengan menggunakan metode *Moving Average*. Metode peramalan ini merupakan perataan nilai dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan yang kemudian dicari rata-ratanya, lalu menggunakan rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode berikutnya [11]. Dalam metode peramalan ini, data yang diambil perusahaan sebagai dasar pengolahan data adalah data aktual permintaan, pemesanan dan jumlah persediaan 3 tahun terakhir. Hasil perencanaan periode Desember 2020 hingga Desember 2021 yang telah dilakukan PT TRACK pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Data Perencanaan Persediaan PT TRACK

Bulan	Perencanaan Persediaan (sak)
Desember 2020	1.136
Januari 2021	1.349
Februari 2021	1.200
Maret 2021	1.228
April 2021	1.140
Mei 2021	1.195
Juni 2021	1.202
Juli 2021	1.364
Agustus 2021	1.309
September 2021	1.588
Oktober 2021	1.468
November 2021	1.443
Desember 2021	1.317

Studi lapangan menghasilkan data historis terkait jumlah permintaan, pemesanan, dan jumlah persediaan Semen Dynamix mulai bulan Desember 2020 hingga Desember 2021 yang ditunjukkan pada Tabel 2. Sehingga, dapat dilihat pada Tabel 2 data dalam 1 tahun terakhir sebagai berikut:

Permintaan : Tertinggi = 2369 , Terendah = 586

Pemesanan : Tertinggi = 2500 , Terendah = 500

Persediaan : Tertinggi = 2240 , Terendah = 830

Tabel 2. Data Aktual Permintaan, Pemesanan dan Jumlah Persediaan

Bulan	Permintaan (sak)	Pemesanan (sak)	Persediaan (sak)
Desember 2020	987	500	1.080
Januari 2021	1.340	2.500	2.240
Februari 2021	811	500	1.929
Maret 2021	753	500	1.676
April 2021	799	500	1.377
Mei 2021	939	1.000	1.438
Juni 2021	1.032	1.000	1.406
Juli 2021	1.280	1.500	1.626
Agustus 2021	2.369	2.000	1.257
September 2021	1.427	1.000	830
Oktober 2021	586	1.000	1.244
November 2021	723	1.000	1.521
Desember 2021	799	1.000	1.722

F. Pengolahan data matlab

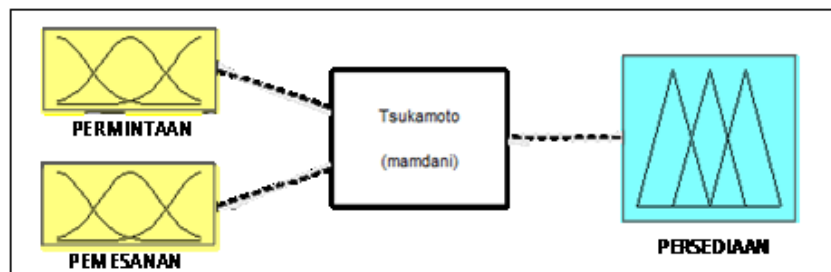
Langkah-langkah proses pengolahan data pada penelitian ini menggunakan software MATLAB R2013a dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Menentukan variabel *fuzzy* dan semesta pembicaraan seperti pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Variabel *Fuzzy* dan Semesta Pembicaraan

Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan
<i>Input</i>	Permintaan	[723 ; 2369]
	Pemesanan	[500 ; 2500]
<i>Output</i>	Persediaan	[830 ; 2240]

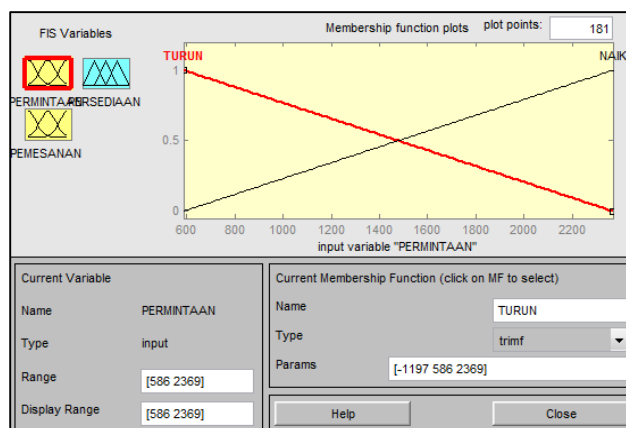
- 2) Menentukan label *input* dan *output* variabel *Fuzzy* pada FIS Editor.



Gambar 1. Label *input* Permintaan, Pemesanan dan *output* Persediaan

Gambar 1 menunjukkan terdapat 2 variabel *input* yang digunakan yaitu Permintaan dan Pemesanan. Untuk variabel *output* yang digunakan yaitu Persediaan.

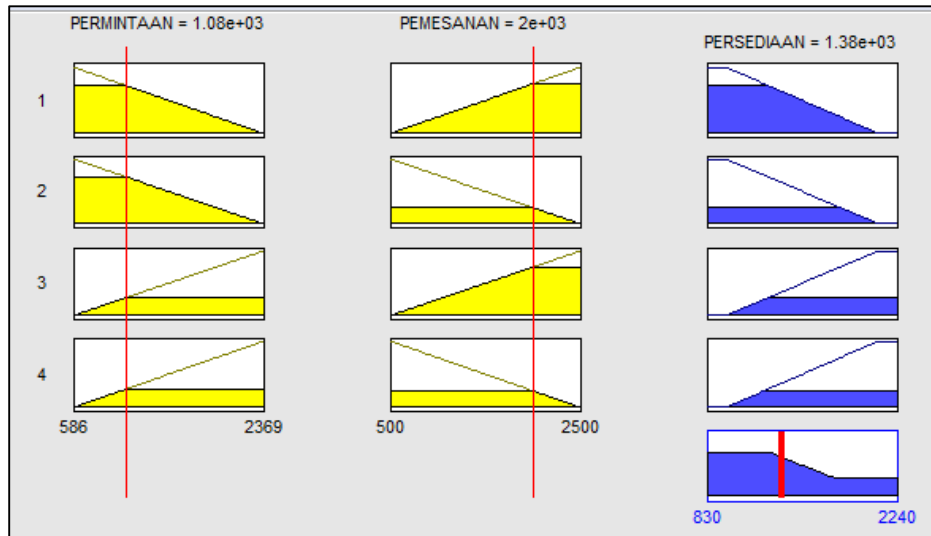
- 3) Menentukan fungsi keanggotaan dari variabel permintaan pada *Membership Function*.



Gambar 2. Kurva *Input* Permintaan, Pemesanan dan Persediaan

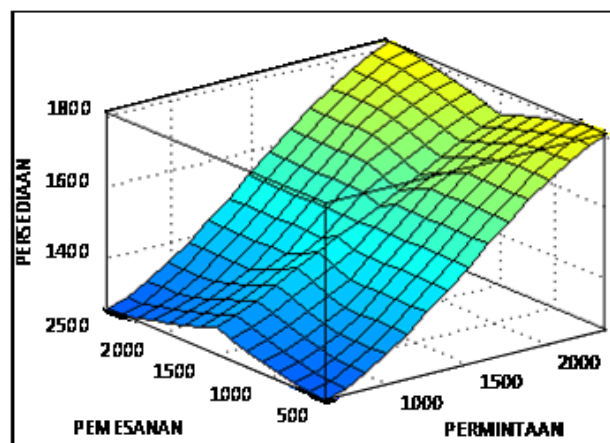
Gambar 2 menunjukkan pembuatan kurva *input* Permintaan dengan indikator TURUN dan NAIK, Pemesanan dengan indikator SEDIKIT dan BANYAK, dan Persediaan dengan indikator BERTAMBAH dan BERKURANG. Kemudian, memasukkan *range* semesta pembicaraan Permintaan sebesar [586;2369], Pemesanan sebesar [500;2500] dan Persediaan sebesar [830;2240].

- 4) Menentukan aturan (*rule*) *IF ... THEN*. Terdapat 4 statement rule yang digunakan sebagai berikut:
- If* (Permintaan is TURUN) and (Pemesanan is BANYAK) then (Persediaan is BERKURANG) (1)
 - If* (Permintaan is TURUN) and (Pemesanan is SEDIKIT) then (Persediaan is BERKURANG) (2)
 - If* (Permintaan is NAIK) and (Pemesanan is BANYAK) then (Persediaan is BERTAMBAH) (3)
 - If* (Permintaan is TURUN) and (Pemesanan is SEDIKIT) then (Persediaan is BERTAMBAH) (4)
- 5) Defuzzyfikasi menghasilkan *output* tampilan sebagai berikut:



Gambar 3. Defuzzifikasi Rule Viewer

Terdapat hasil keluaran 4 *rule viewer* berdasarkan *input* 4 aturan yang telah dimasukkan. Grafik kuning menandakan *input* dan grafik biru menandakan *output*. Dengan menggeser garis merah yang ada pada *input* Permintaan dan Pemesanan ke kiri maupun kekanan, akan membuat perubahan pada *output*-nya. Hasil persebaran jumlah persediaan yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Surface Viewer

Sehingga dari hasil olah data berdasarkan data historis 1 tahun terakhir dengan menggunakan software MATLAB R2013a seperti pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Perencanaan Persediaan dengan *Software* MATLAB

Bulan	Data Perencanaan Perusahaan (sak)	Data Persediaan Aktual (sak)	Perencanaan Persediaan MATLAB R2013a (sak)
Desember 2020	1.136	1.080	1350
Januari 2021	1.349	2.240	1480
Februari 2021	1.200	1.929	1300
Maret 2021	1.228	1.676	1290
April 2021	1.140	1.377	1300
Mei 2021	1.195	1.438	1350
Juni 2021	1.202	1.406	1370
Juli 2021	1.364	1.626	1490
Agustus 2021	1.309	1.257	1790
September 2021	1.588	830	1510
Oktober 2021	1.468	1.244	1280
November 2021	1.443	1.521	1300
Desember 2021	1.317	1.722	1320

Dibandingkan hasil aktual tertinggi sebesar 2.240 sak, didapatkan hasil tertinggi peramalan dengan MATLAB sebesar 1790 sak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata jumlah persediaan yang didapatkan tidak melebihi batas maksimum kapasitas *inventory* perusahaan sebesar 1800 sak.

G. Perhitungan mape

Untuk mengetahui seberapa optimal metode yang telah dilakukan, langkah berikutnya adalah menghitung *Mean Absolute Percentage Error* atau persentase rata-rata kesalahan absolut. Didapatkan hasil perhitungan MAPE data aktual terhadap data peramalan perusahaan dan MAPE data aktual terhadap data peramalan *Fuzzy Inventory* Tsukamoto dapat dilihat di Tabel 5 dibawah.

Dari hasil perhitungan MAPE, didapatkan MAPE data aktual terhadap data peramalan menggunakan *Fuzzy Inventory* Tsukamoto dengan software MATLAB R2013a lebih kecil dari MAPE data aktual terhadap data peramalan perusahaan. Sehingga, perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Inventory* Tsukamoto dapat dikatakan memperoleh hasil yang lebih optimal.

Mengetahui hal tersebut, maka dari itu dapat diperkirakan pula jumlah persediaan bulan Januari 2022. Dalam perkiraan perusahaan di bulan Desember 2021, PT TRACK akan mendapatkan permintaan sebesar 1078 sak dan pemesanan sebesar 2000 sak. Dari hasil pengolahan data menggunakan *software* MATLAB R2013, didapatkan hasil peramalan jumlah persediaan Semen Dynamix yang optimal untuk bulan Januari 2022 sebesar 1380 sak.

Tabel 5. Hasil Perhitungan MAPE

Bulan	Data Perencanaan Perusahaan (sak)	Perencanaan Persediaan MATLAB (sak)	Data Persediaan Aktual (sak)	MAPE Perusahaan (%)	MAPE MATLAB (%)
Des-20	1.136	1350	1.080	5,19	25,00
Jan-21	1.349	1480	2.240	39,78	33,93
Feb-21	1.200	1300	1.929	37,79	32,61
Mar-21	1.228	1290	1.676	26,73	23,03
Apr-21	1.140	1300	1.377	17,21	5,59
Mei-21	1.195	1350	1.438	16,90	6,12
Jun-21	1.202	1370	1.406	14,51	2,56
Jul-21	1.364	1490	1.626	16,11	8,36
Agu-21	1.309	1790	1.257	4,14	42,40
Sep-21	1.588	1510	830	91,33	81,93
Okt-21	1.468	1280	1.244	18,01	2,89
Nov-21	1.443	1300	1.521	5,13	14,53
Des-21	1.317	1320	1.722	23,52	23,34
MAPE Average				24,333	23,25

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan jumlah persediaan optimal Semen Dynamix di PT TRACK pada periode Desember 2020 hingga Desember 2021 berturut-turut sebesar 1350 sak, 1480 sak, 1300 sak, 1290 sak, 1300 sak, 1350 sak, 1370 sak, 1490 sak, 1790 sak, 1510 sak, 1280 sak, 1300 sak, dan 1320 sak. Berdasarkan perkiraan jumlah persediaan Semen Dynamix PT TRACK tersebut, maka jumlah persediaan Semen Dynamix pada periode Januari 2022 dengan metode *Fuzzy Inventory* Tsukamoto adalah sebesar 1380 sak. Didapatkan MAPE data peramalan perusahaan sebesar 24,5% dan dengan metode *Fuzzy Inventory* Tsukamoto sebesar 23,25%, yang artinya metode *Fuzzy Inventory* Tsukamoto lebih optimal dibandingkan data peramalan perusahaan.

REFERENSI

- [1] R. Amelia and F. Rosyad, "ANALISIS PERBANDINGAN JENIS SEMEN (MERK SEMEN) TERHADAP KUAT TEKAN BETON," *Bina Darma Conference on Engineering Science*, pp. 381–391.
- [2] T. Mulyono, *Pengujian Bahan Semen*, 1st ed. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 2017.
- [3] E. Rumahorbo, W. Wahyuda, and A. Profita, "Perancangan dan Pengukuran Kinerja Supply Chain dengan Menggunakan Metode SCOR," *Matrik : Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 22, no. 1, pp. 1–14, Sep. 2021, doi: 10.30587/matrik.v22i1.1177.
- [4] S. Audina and A. Bakhtiar, "ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN AUX RAW MATERIAL MENGGUNAKAN METODE MIN-MAX STOCK DI PT. MITSUBISHI CHEMICAL INDONESIA," *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, vol. 16, no. 3, pp. 161–168, Oct. 2021, doi: 10.14710/jati.16.3.161-168. [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgti/article/view/34949>
- [5] M. B. Soeltanong and C. Sasongko, "Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan pada Perusahaan Manufaktur," *jrap*, vol. 8, no. 01, pp. 14–27, Jun. 2021, doi: 10.35838/jrap.2021.008.01.02. [Online]. Available: <http://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jrap/article/view/1905>
- [6] Y. Ngatilah, C. Pujiastuti, and R. E. Putra, "ANALISIS PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU ASBES DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (Studi Kasus: PT. XYZ)," *TEKMAPRO*, vol. 15, no. 2, pp. 61–72, Jul. 2020, doi: 10.33005/tekmapro.v15i2.143.
- [7] R. Anugrahwy and F. Azmi, "Analisis Prediksi Perencanaan Produksi dengan Fuzzy Logic Tsukamoto," *Sinkron : jurnal dan penelitian teknik informatika*, vol. 1, no. 2, Apr. 2017.
- [8] D. E. Hari Purnomo, Y. A. Sunardiansyah, and A. N. Fariza, "PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO DALAM MEMBANTU PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAYU PADA INDUSTRI FURNITUR," *teknikindustri*, vol. 5, no. 2, pp. 59–68, Sep. 2020, doi: 10.36805/teknikindustri.v5i2.1125.
- [9] M. A. Firdiansyah and B. I. Putra, "Application Of Optimization Of Sunco Cooking Oil Planning In Alfamidi Minimarket Using Tsukamoto Method," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, Jul. 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.1034.
- [10] O. R. Putri, A. Hamzah, and E. Fatkhiyah, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN OBJEK WISATA ALAM DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO," *Jurnal SCRIPT*, vol. 9, no. 1, pp. 74–83, Sep. 2021, doi: 10.34151/script.v9i1.3662.
- [11] E. Siswanto, E. S. Wibawa, and Z. Mustofa, "Implementasi Aplikasi Sistem Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Single Moving Average Berbasis Web," *ELKOM*, vol. 14, no. 2, pp. 224–233, Dec. 2021, doi: 10.51903/elkom.v14i2.515.