

Optimasi Persediaan Barang dengan Pendekatan *Theory Of Constraints*, *Heuristic Silver Meal*, dan *Least Unit Cost* untuk Meminimalkan Biaya

Selvia Antinah

Teknik Industri Fakultas Teknik Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI

e-mail: selviaantinah12@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this research is to carry out inventory control and determine the results of optimal inventory costs using the Theory of Constraints (TOC), Silver Meal Heuristic and Least Unit Cost approaches to minimize costs. The method used in this research, namely Theory of Constraints (TOC), is a management approach that aims to identify and overcome obstacles or constraints that limit company productivity and efficiency. The Silver Meal heuristic in selecting the optimal lot size is by looking at the minimum cost of each period, while the Least Unit Cost looks at the minimum cost of each unit, both methods for determining the number of orders and appropriate inventory planning. The Heuristic Silver Meal and Least Unit Cost methods can minimize storage costs by ordering raw materials 12 times in one year, compared to the company's previous policy of placing orders 6 times in one year so that the company can reduce storage costs by IDR. 5,750,220,504.

Keywords : *Optimization, Inventory, Costs, Minimizing*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengelola stok atau inventaris dengan efektif, dan mengetahui hasil biaya optimal persediaan barang dengan pendekatan *Theory of Constraints* (TOC), *Heuristic Silver Meal* dan *Least Unit Cost* untuk meminimalkan biaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Theory of Constraints* (TOC) adalah pendekatan manajemen yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengatasi hambatan atau kendala yang membatasi produktivitas dan efisiensi perusahaan. *Heuristic Silver Meal* memilih ukuran lot secara optimal dengan mempertimbangkan biaya minimum dari setiap periode, sementara *Least Unit Cost* memperhatikan biaya minimum dari setiap unit dalam pemilihan lot yang optimal, kedua metode untuk menentukan jumlah pemesanan serta perencanaan persediaan yang tepat. metode *Heuristic Silver Meal* dan *Least Unit Cost* dapat meminimumkan biaya simpan dengan dilakukan pemesanan bahan baku sebanyak 12 kali dalam satu tahun, dibandingkan dengan kebijakan pada perusahaan sebelumnya perusahaan melakukan pemesanan sebanyak 6 kali dalam satu tahun sehingga perusahaan dapat mengurangi biaya untuk penyimpanan sebesar Rp. 5.750.220.504.

Kata Kunci: Optimasi, Persediaan Barang, Biaya, Meminimalkan

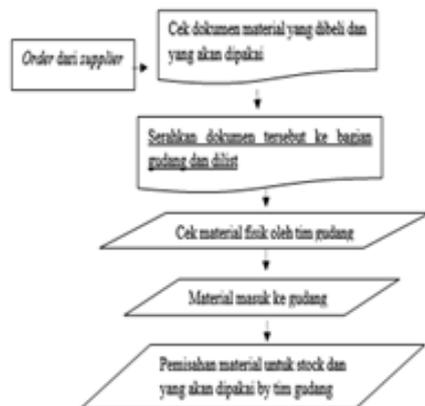
PENDAHULUAN

PT Andalan Inti Rekatama, adalah distributor pompa air Grundfos di Jakarta khusus untuk pompa air Grundfos yang digunakan dalam segmen industri. Pada persediaan barang masih terjadi penumpukan barang, perusahaan belum dapat memastikan apakah perencanaan persediaan barang yang diimplementasikan sudah mencapai tingkat

optimal atau belum.

Persediaan perusahaan saat ini dijaga dengan memesan produk lebih banyak dari kebutuhan. Jika tingkat persediaan melebihi persyaratan, biaya tambahan dan penyimpanan akan lebih tinggi. Memperkenalkan sistem inventaris untuk memastikan ketersediaan produk memungkinkan Anda mengelola pesanan produk dengan lebih baik, menjaganya tetap

sesuai umur simpan, dan menjaga biaya tetap terjangkau serta meminimalkan biaya. persediaan akan dapat diminimalkan. Berikut Prosedur pembelian barang untuk persediaan:



Gambar 1 Prosedur Pembelian
Sumber : PT Andalan Inti Rekatama

Penetapan volume pembelian yang tidak direncanakan serta penentuan jumlah yang tidak sesuai dapat mengakibatkan disproporsi antara defisit dan surplus dalam inventarisasi. Kondisi ini, jika terjadi, berpotensi mempengaruhi biaya persediaan yang akan meningkat ketika pesanan yang dilakukan melebihi kebutuhan yang sebenarnya. Beberapa cara yang bisa digunakan dalam memprediksi kebutuhan stok adalah penerapan metode sebagai analisis menggunakan metode *Theory of Constraints* (TOC) adalah pendekatan manajemen yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengatasi hambatan atau kendala yang membatasi produktivitas dan efisiensi perusahaan. Dalam analisis ini, TOC akan digunakan untuk mengidentifikasi hambatan tersebut, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah strategis untuk mengatasi hambatan tersebut dan meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan. Berikutnya, penerapan metode *Heuristic Silver Meal* didasarkan pada proyeksi permintaan barang untuk periode mendatang, dengan proses perhitungan dimulai sejak awal periode yang bersangkutan..

Metode *Heuristic Silver Meal* menetapkan bahwa pembelian barang hanya terjadi pada tahap awal dari periode yang

diberikan, sementara alokasi anggaran perubahan sepenuhnya tergantung pada kelebihan persediaan yang tersimpan. Serta metode tersebut dapat dibandingkan dengan *Least Unit Cost* (LUC) memiliki kesamaan dengan *Silver Meal*, namun perbedaannya terletak pada pendekatan pemilihan ukuran lot yang optimal. *Silver Meal* berfokus pada biaya minimum dari setiap periode, sementara *Least Unit Cost* mempertimbangkan biaya minimum dari setiap unit.

Tabel 1
Data Perbandingan Persediaan dan Permintaan Aktual

Periode	Persediaan (Unit)	Permintaan Aktual (Unit)
1	67	36
2	98	29
3	68	33
4	86	45
5	65	34
6	78	47
7	86	52
8	54	37
9	45	21
10	89	51
11	54	23
12	78	78

Sumber: PT Andalan Inti Rekatama

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui adanya kelebihan barang dalam setiap periode selama dua belas kali pemesanan sehingga menimbulkan biaya simpan yang berlebih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu keputusan dalam perencanaan manajemen persediaan yang optimal, dengan fokus pada pengurangan biaya total persediaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang telah dilaksanakan merupakan suatu penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, yang memfokuskan pada fenomena objektif yang dipelajari melalui metode kuantitatif, termasuk penggunaan angka, analisis statistik, struktur data, dan percobaan terkontrol. Studi ini dimulai dengan melakukan identifikasi dan merumuskan tantangan yang ada, yakni kekurangan sistem manajemen persediaan yang efektif di lingkungan perusahaan PT Andalan Inti Rekatama. Penyebab yang mungkin timbul adalah akumulasi produk di fasilitas penyimpanan, serta peningkatan tingkat

Judul Artikel

persentase atau biaya penyimpanan yang signifikan. Setelah menetapkan pasal dan merumuskan tujuan yang harus dicapai, langkah berikutnya adalah mengevaluasi literatur yang relevan mengenai manajemen inventaris.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencapai pemahaman yang lebih mendalam tentang efisiensi dalam manajemen persediaan, fokusnya terutama pada proses pengaturan pesanan barang dan pengelolaan biaya persediaan agar tetap terkendali dan tidak melebihi batas masa simpan yang telah ditetapkan. Selain itu, penelitian ini akan mengeksplorasi upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi biaya persediaan secara signifikan, dengan memanfaatkan metodologi klasik seperti Teori Kendala, *Heuristik Silver Meal*, dan Metode Biaya Unit Terkecil, bersama dengan pemanfaatan perangkat lunak Python sebagai alat bantu untuk analisis data, proses pengolahan data akan difokuskan pada data historis permintaan bahan baku, data sisa persediaan material pada akhir periode data pemakaian material, dan biaya pemesanan serta penyimpanan material. Analisis yang nantinya dilakukan yaitu mengetahui sistem persediaan yang paling optimal untuk perusahaan.

1.1 Metode Pengumpulan Data

Studi ini menerapkan sejumlah teknik untuk meraih data yang meliputi beragam sumber, dengan maksud memperoleh gambaran yang komprehensif dan menyeluruh. Prosedur pengumpulan data diimplementasikan sesuai dengan metodologi yang telah dirancang, yang mencakup langkah-langkah berikut:

1. Studi Pustaka

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan observasional, penelitian literatur, pencatatan data, dan analisis mendalam terhadap karya-karya ilmiah yang mencakup buku, jurnal, serta sumber informasi lainnya yang relevan dengan domain manajemen persediaan. Misi tersebut adalah untuk mengumpulkan informasi teoritis yang relevan dengan landasan argumen utama yang diperjuangkan dalam penelitian yang sedang dijalankan.

2. Studi Lapangan

Dalam kerangka metodologi penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui penerapan metode penelitian lapangan, yang memungkinkan pelaksanaan survei secara langsung di PT Andalan Inti Rekatama. Pengumpulan data secara langsung ini dipraktikkan melalui penerapan teknik khusus yang disesuaikan dengan tujuan penelitian serta keperluan analisis yang terinci.

a. Wawancara

Wawancara ialah kumpulan data yang diperoleh langsung dari sumbernya digunakan untuk mendapatkan informasi. Wawancara dilakukan dengan karyawan bagian warehouse yang bekerja di PT Andalan Inti Rekatama.

b. Observasi

Observasi adalah tindakan mengamati secara langsung pada bagian gudang (*warehouse*) PT Andalan Inti Rekatama. Pada observasi ini mengamati secara langsung pada aktivitas persediaan barang. Kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap data historis permintaan bahan baku, data sisanya dari material yang tersedia pada akhir periode penelitian, pemakaian material, dan biaya pemesanan serta penyimpanan material.

1.2 Teknik Analisis Data

Kemudian

Data yang telah terhimpun akan diproses menggunakan langkah-langkah berikut:

1. Pendekatan TOC

Theory of Constraints (TOC) pada metode ini, data yang dikumpulkan berfokus pada waktu pemrosesan, waktu siklus, dan waktu tunggu pada setiap tahap proses produksi. Proses olah data dalam metode TOC melibatkan langkah-langkah berikut:

a. Mengidentifikasi pembatasan utama dalam sistem produksi, yang dikenal sebagai "kendala".

b. Mengumpulkan data waktu pemrosesan, waktu siklus, dan

yang sesuai kemudian Ubah file menjadi data frame dan setting komponen-komponen data frame mulai dari angkat 0.

b. Setting Komponen

```

11 # I = 0
12 # I = 0
13 # I = 0
14 # I = 0
15 # I = 0
16 # I = 0
17 # I = 0
18 # I = 0
19 # I = 0
20 # I = 0
21 # I = 0
22 # I = 0
23 # I = 0
24 # I = 0
25 # I = 0
26 # I = 0
27 # I = 0
28 # I = 0
29 # I = 0
30 # I = 0
31 # I = 0
32 # I = 0
33 # I = 0
34 # I = 0
35 # I = 0
36 # I = 0
37 # I = 0
38 # I = 0
39 # I = 0
40 # I = 0
41 # I = 0
42 # I = 0
43 # I = 0
44 # I = 0
45 # I = 0
46 # I = 0
47 # I = 0
48 # I = 0
49 # I = 0
50 # I = 0
51 # I = 0
52 # I = 0
53 # I = 0
54 # I = 0
55 # I = 0
56 # I = 0
57 # I = 0
58 # I = 0
59 # I = 0
60 # I = 0
61 # I = 0
62 # I = 0
63 # I = 0
64 # I = 0
65 # I = 0
66 # I = 0
67 # I = 0
68 # I = 0
69 # I = 0
70 # I = 0
71 # I = 0
72 # I = 0
73 # I = 0
74 # I = 0
75 # I = 0
76 # I = 0
77 # I = 0
78 # I = 0
79 # I = 0
80 # I = 0
81 # I = 0
82 # I = 0
83 # I = 0
84 # I = 0
85 # I = 0
86 # I = 0
87 # I = 0
88 # I = 0
89 # I = 0
90 # I = 0
91 # I = 0
92 # I = 0
93 # I = 0
94 # I = 0
95 # I = 0
96 # I = 0
97 # I = 0
98 # I = 0
99 # I = 0
100 # I = 0
    
```

Gambar 3

Sumber: Penelitian

Dilakukan setting komponen dari 0, If pertama itu adalah perhitungan *inventory on hand* atau produk yang dimiliki oleh kita di penyimpanan, If kedua adalah perhitungan *inventory carry forward* atau produk yang nantinya akan kita simpan di penyimpanan, If ketiga adalah perhitungan *Make Qty* atau jumlah yang akan dibuat berdasarkan permintaan. Selanjutnya dilakukan perhitungan *acummulation make*, atau jumlah dari keseluruhan produk yang seharusnya dibuat berdasarkan jumlah permintaan.

c. Perhitungan Jumlah Produk

```

11 # I = 0
12 # I = 0
13 # I = 0
14 # I = 0
15 # I = 0
16 # I = 0
17 # I = 0
18 # I = 0
19 # I = 0
20 # I = 0
21 # I = 0
22 # I = 0
23 # I = 0
24 # I = 0
25 # I = 0
26 # I = 0
27 # I = 0
28 # I = 0
29 # I = 0
30 # I = 0
31 # I = 0
32 # I = 0
33 # I = 0
34 # I = 0
35 # I = 0
36 # I = 0
37 # I = 0
38 # I = 0
39 # I = 0
40 # I = 0
41 # I = 0
42 # I = 0
43 # I = 0
44 # I = 0
45 # I = 0
46 # I = 0
47 # I = 0
48 # I = 0
49 # I = 0
50 # I = 0
51 # I = 0
52 # I = 0
53 # I = 0
54 # I = 0
55 # I = 0
56 # I = 0
57 # I = 0
58 # I = 0
59 # I = 0
60 # I = 0
61 # I = 0
62 # I = 0
63 # I = 0
64 # I = 0
65 # I = 0
66 # I = 0
67 # I = 0
68 # I = 0
69 # I = 0
70 # I = 0
71 # I = 0
72 # I = 0
73 # I = 0
74 # I = 0
75 # I = 0
76 # I = 0
77 # I = 0
78 # I = 0
79 # I = 0
80 # I = 0
81 # I = 0
82 # I = 0
83 # I = 0
84 # I = 0
85 # I = 0
86 # I = 0
87 # I = 0
88 # I = 0
89 # I = 0
90 # I = 0
91 # I = 0
92 # I = 0
93 # I = 0
94 # I = 0
95 # I = 0
96 # I = 0
97 # I = 0
98 # I = 0
99 # I = 0
100 # I = 0
    
```

Gambar 4

Sumber: Penelitian

Perhitungan *Make*, atau jumlah produk yang akan dibuat berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya. Dilakukan perhitungan *Man_Cost* atau *Manufacturing Cost*, Lalu dilakukan perhitungan *Z_Costs* atau jumlah dari keseluruhan biaya,

selanjutnya dilakukan perhitungan *Silver Meal Calc* yang merupakan rata-rata biaya per periode (bulan). Terakhir dilakukan *looping* untuk membandingkan hasil *running* pertama dengan hasil *running* kedua.

d. Visualisasi Output

```

11 # I = 0
12 # I = 0
13 # I = 0
14 # I = 0
15 # I = 0
16 # I = 0
17 # I = 0
18 # I = 0
19 # I = 0
20 # I = 0
21 # I = 0
22 # I = 0
23 # I = 0
24 # I = 0
25 # I = 0
26 # I = 0
27 # I = 0
28 # I = 0
29 # I = 0
30 # I = 0
31 # I = 0
32 # I = 0
33 # I = 0
34 # I = 0
35 # I = 0
36 # I = 0
37 # I = 0
38 # I = 0
39 # I = 0
40 # I = 0
41 # I = 0
42 # I = 0
43 # I = 0
44 # I = 0
45 # I = 0
46 # I = 0
47 # I = 0
48 # I = 0
49 # I = 0
50 # I = 0
51 # I = 0
52 # I = 0
53 # I = 0
54 # I = 0
55 # I = 0
56 # I = 0
57 # I = 0
58 # I = 0
59 # I = 0
60 # I = 0
61 # I = 0
62 # I = 0
63 # I = 0
64 # I = 0
65 # I = 0
66 # I = 0
67 # I = 0
68 # I = 0
69 # I = 0
70 # I = 0
71 # I = 0
72 # I = 0
73 # I = 0
74 # I = 0
75 # I = 0
76 # I = 0
77 # I = 0
78 # I = 0
79 # I = 0
80 # I = 0
81 # I = 0
82 # I = 0
83 # I = 0
84 # I = 0
85 # I = 0
86 # I = 0
87 # I = 0
88 # I = 0
89 # I = 0
90 # I = 0
91 # I = 0
92 # I = 0
93 # I = 0
94 # I = 0
95 # I = 0
96 # I = 0
97 # I = 0
98 # I = 0
99 # I = 0
100 # I = 0
    
```

Gambar 5

Sumber: Penelitian

Langkah terakhir hitung total biaya, total biaya manufaktur, dan total biaya penyimpanan, gabungkan semua hasil perhitungan dalam satu data *frame* dengan nama *df*. *Export* hasil perhitungan ke file excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan di PT Andalan Inti Rekatama dengan pengumpulan data dilakukan terhadap jumlah persediaan barang selama periode Januari sampai Desember tahun 2020-2021. Fokus penelitian adalah pompa Air A yaitu Produk utama perusahaan. Data yang dikumpulkan adalah data permintaan atau konsumsi bahan baku, biaya pemesanan dan penyimpanan barang.

1. Data Konsumsi Material

Tabel 2
Data Penjualan dan Persediaan Barang

Tahun	Bulan	Jumlah Penjualan Barang (Unit)	Persediaan Barang (Unit)
2020	Januari	36	67
	Februari	29	98
	Maret	33	68
	April	45	86
	Mei	34	65
	Juni	47	78
	Juli	52	86
	Agustus	37	54
	September	21	45
	Oktober	51	89
	November	23	54
	Desember	78	78
2021	Januari	35	46
	Februari	30	54
	Maret	35	90
	April	50	68
	Mei	35	80
	Juni	48	78
	Juli	49	80
	Agustus	38	67
	September	32	58
	Oktober	55	50
	November	35	60
	Desember	80	105
Total		1008	1704
Rata-Rata		42	71

Sumber: PT Andalan Inti Rekatama

Pada tabel diatas menyajikan data permintaan barang dan persediaan barang pada PT Andalan Inti Rekatama pada tahun 2020-2021 dengan total persediaan sebanyak 1704 Unit dan permintaan sebanyak 1008 unit, rata-rata permintaan barang sebanyak 42 unit/Bulan dan rata-rata untuk persediaan sebanyak 71 unit/Bulan.

2. Data Harga Barang

Dalam konteks penelitian ini, harga barang yang diterapkan untuk keperluan pengolahan data merujuk pada harga Barang Pompa A. Berikut adalah daftar lengkap harga barang yang digunakan dalam penelitian ini.:

Tabel 3 Harga Barang

Bulan	Harga Bahan Baku Per unit (Rp)
Januari	3.500.000
Februari	3.500.000
Maret	3.505.000
April	3.505.000
Mei	3.510.000
Juni	3.510.000
Juli	3.515.000
Agustus	3.515.000
September	3.520.000
Oktober	3.520.000
November	3.525.000
Desember	3.525.000

Sumber: PT Andalan Inti Rekatama

Dari tabel diatas diketahui adanya kenaikan harga barang Pompa A per unit di PT Andalan Inti Rekatama dari bulan Januari sampai bulan Desember.

3. Biaya Pemesanan Bahan Baku

Biaya pemesanan merangkum semua pengeluaran yang terjadi dari saat pesanan produk diajukan hingga barang tiba di gudang perusahaan. Informasi ini diturunkan dari agregasi total biaya yang dikeluarkan oleh entitas bisnis untuk setiap transaksi pesanan yang dilakukan. Menurut penilaian yang dilakukan, langkah berikutnya akan melibatkan penetapan estimasi biaya yang diperlukan untuk menyusun Purchase Order (PO) dan menyusun Laporan Pemeriksaan Penerimaan Barang (LPBB).

Tabel 4

Biaya Pemesanan Per Bulan

No	Komponen Biaya Pemesanan	Biaya Per pesanan (Rp)
1.	Biaya telepon, Fax, dan Internet	3.400.000
2.	Sewa Trucking	99.000.000
3.	Biaya Administrasi	2.500.000
Total Biaya Pesan		104.900.000

Sumber: PT Andalan Inti Rekatama

Berdasarkan data pada tabel diatas diketahui biaya pemesanan di PT Andalan Inti Rekatama meliputi, biaya telepon, fax dan

internet, biaya sewa trucking dan biaya administrasi.

4. Biaya Penyimpanan Bahan Baku

Biaya penyimpanan adalah biaya yang berkaitan dengan penyimpanan bahan mentah.

Tabel 5 Biaya Penyimpanan

Keterangan	Biaya (Rp)
Pengadaan Barang	6.789.745.265
Depresiasi	343.978.268
Asuransi	137.594.907
Total	7.361.318.440

Sumber: PT Andalan Inti Rekatama

Berdasarkan data yang dipresentasikan dalam tabel yang telah disediakan, dapat disimpulkan bahwa komponen biaya simpan yang relevan dalam konteks manajemen penyimpanan bahan baku pada studi ini mencakup akuisisi persediaan, amortisasi, dan premi asuransi.

5. Waktu Tunggu

Menurut Iswandi, waktu tunggu merujuk kepada jangka waktu yang berlalu antara saat melakukan pemesanan bahan baku hingga saat bahan baku tersebut tiba. Hal ini sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam perjanjian kerjasama yang telah disepakati, terdapat ketetapan bahwa periode waktu yang diperlukan untuk melakukan pemesanan bahan baku adalah tujuh hari atau setara dengan satu minggu.”

Berdasarkan data permintaan bahan baku dari tahun 2020-2021 dilakukan peramalan dengan analisis *time series* menggunakan lima metode yaitu *Double Exponential Smoothing* (DES), *Single Exponential Smoothing* (SES), *Moving Average* (MA), *Weight Moving Average* (WMA), dan *Holt winters Additive Algorithm* (HWA). Peramalan dilakukan menggunakan *Software Python* (perhitungan terlampir pada Lampiran 1 (*Forecasting Python*). Menurut iswandi “Agar dapat memilih metode peramalan yang optimal dari lima metode yang tersedia, Isi teks menyajikan metode evaluasi kesalahan dalam peramalan, yaitu Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE), dan Mean Absolute Percentage

Error (MAPE). Iswandi menyatakan bahwa perbandingan dilakukan terhadap metode perhitungan pada setiap metode peramalan. dengan tujuan untuk mencari nilai MAD, MSE, dan MAPE” yang terendah (mendekati nol). Hasil perbandingan nilai MAD, MSE, dan MAPE dari setiap metode peramalan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil Peramalan

Metode	MAD	MSE	MAPE
DES	4,857	34,893	12,269
SES	6,68	72,58	16,13
MA	12,25	239,10	26,24
WMA	7,57	83,16	18,33
HWA	13,89	417,55	-

Sumber: Penelitian

Berdasarkan evaluasi terhadap tabel data yang terlampir, dapat disarikan bahwa *Double Exponential Smoothing* (DES) menonjol sebagai metode peramalan yang optimal, menampilkan kinerja terunggul berdasarkan nilai-nilai Mean Absolute Error (MAE). Hasil peramalan ini menunjukkan bahwa Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) menonjol sebagai metode yang memiliki tingkat kesalahan yang paling rendah bila dibandingkan dengan opsi-opsi peramalan lainnya.

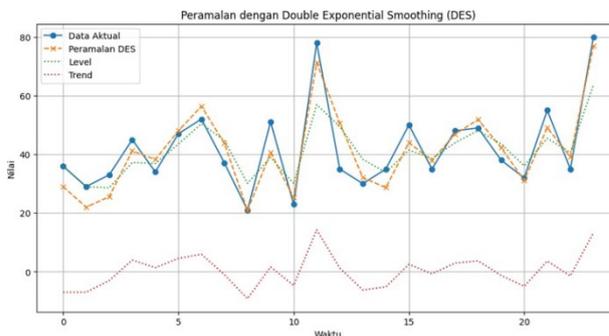
Tabel 7

Peramalan dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

Tahun	Bulan	Jumlah Permintaan
2020	Januari	29
	Februari	22
	Maret	25,560
	April	41,183
	Mei	38,246
	Juni	48,023
	Juli	56,365
	Agustus	34,731
	September	20,894
	Oktober	40,597
	November	25,344
	Desember	71,199
	Total	402,193
	Rata-rata	33,516
	Standar Deviasi	100,396

Sumber : PT Andalan Inti Rekatama

Berdasarkan data pada tabel tersebut diketahui hasil peramalan *Double exponential smoothing* (DES), dari Bulan Januari sampai bulan Desember pada tahun 2020 dengan total sebanyak 402,193 Unit, rata-rata 33,516 dan Standar deviasi 100,396.



Gambar 6

Peramalan Metode *Double exponential smoothing*

Sumber: Penelitian

PENGOLAHAN DATA

a. *Silver Meal Heuristic*

Diinginkan bahwa penggunaan pendekatan *Silver Meal* dapat mengoptimalkan penentuan jumlah pesanan bahan baku, dengan tujuan mengurangi biaya penyimpanan yang signifikan, yang akan menyebabkan pengembangan kebijakan inventaris yang lebih tepat dan efisien. Untuk mencapai hal ini, analisis data akan dilakukan melalui penggunaan perangkat lunak *Python*, berikut ini langkah-langkah metode *Silver Meal Heuristic* menggunakan bahasa *python*:

1) Mengimpor *library* yang dibutuhkan

Langkah pertama adalah mengimpor *library* yang diperlukan yaitu *library numpy as np*. *Library np*, memberitahu *Python* untuk impor *library NumPy* atau nama singkat "np" digunakan untuk memanipulasi dan menganalisis data, untuk berinteraksi dengan sistem operasi.

2) Load data

Langkah selanjutnya adalah menyiapkan data yang akan dipakai untuk melakukan perhitungan persediaan. Data tersebut bisa berupa file Excel atau CSV.

```
import pandas as pd
import numpy as np

# Fungsi untuk menghitung Silver Meal Heuristic
def silver_meal_heuristic(demand_rate, ordering_cost, holding_cost):
    order_size = int(np.ceil(np.sqrt(2 * demand_rate * ordering_cost) / hold
    return order_size

# Load data dari file CSV
data = pd.read_csv('data.csv')
```

Gambar 7 Coding Load Data

Sumber: Penelitian

3) Menetapkan Biaya Simpan dan Biaya Pesan

```
# Silver Meal Heuristic
# Order fixed costs
# Order fixed costs
setup_cost = 14000000
# Inventory cost (cost per unit per period)
holding_cost = 70000000
```

Gambar 8 Menetapkan biaya simpan dan biaya pesan

Sumber: Penelitian

4) Perhitungan *Silver Meal Heuristic*

```
def silver_meal_heuristic(demand_rate, ordering_cost, holding_cost):
    order_size = int(np.ceil(np.sqrt(2 * demand_rate * ordering_cost) / hold
    return order_size

# Load data from file CSV
data = pd.read_csv('data.csv')

# Initial values
total_demand = 0
total_cost = 0
period = 1

# Loop until the end of the data
while period <= len(data):
    # Demand for the current period
    demand = data['demand'].iloc[period-1]

    # Calculate the order size using the Silver Meal Heuristic
    order_size = silver_meal_heuristic(demand, ordering_cost, holding_cost)

    # Calculate the total cost for the current period
    total_cost += demand * holding_cost * order_size + ordering_cost

    # Update the total demand
    total_demand += demand

    # Move to the next period
    period += 1

# Print the total cost and total demand
print('Total Cost: %s' % total_cost)
print('Total Demand: %s' % total_demand)
```

Gab Periode Trial	Total Demand	Σ	
		Rp104.900.000	7.361.318.440
		T C	T C
Periode 1*	29	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 1,2	51	Rp.188.155.404.226	Rp. 94.077.754.563
Periode 2*	22	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 2,3	47.560	Rp.188.155.404.226	Rp.94.077.754.563
Periode 3*	25.560	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 3,4	66.743	Rp. 303.161.282.214	Rp.151.580.693.557
Periode 4*	41.183	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 4,5	79.429	Rp. 281.541.089.956	Rp.140.770.597.428
Periode 5*	38.246	Rp104.900.000	Rp.104.900.000
Periode 5,6	86.269	Rp.353.312.700.344	Rp.176.756.402.622
Periode 6*	48.023	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 6,7	104.388	Rp.414.920.818.770	Rp.207.460.461.835
Periode 7*	56.365	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 7,8	91.096	Rp.255.666.055.639	Rp. 127.833.080.269
Periode 8*	34.731	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 8,9	55.625	Rp.153.807.492.385	Rp. 76.903.798.642
Periode 9*	20.894	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 9,10	61.491	Rp. 298.847.549.608	Rp.149.423.827.254
Periode 10*	40.597	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 10,11	65.941	Rp.186.565.359.443	Rp.93.282.732.171
Periode 11*	25.344	Rp104.900.000	Rp104.900.000
Periode 11,12	96.543	Rp.524.118.616.509	Rp. 262.059.360.704
Periode 12*	71.199	Rp104.900.000	Rp104.900.000

Gambar 9 Coding perhitungan Siver meal Heuristic

Sumber: Penelitian

Selanjutnya membuat loop untuk melakukan perhitungan *Heuristic Silver Meal*. Tahap ini menggunakan 2 loop while bersarang Loop luar berjalan melalui setiap baris dataframe, dan loop dalam berjalan melalui setiap kolom dataframe. Dalam setiap iterasi, kode akan menghitung biaya minimum dan total biaya penyimpanan, dan memperbarui nilai di baris dan kolom yang sesuai dari dataframe.

Sumber: Penelitian

5) Print Hasil Perhitungan *Heuristic Silver Meal*

Setelah loop selesai, ditampilkan dataframe yang telah diperbarui sebagai rekapitulasi hasil perhitungan *Heuristic Silver Meal*. Kemudian dicari nilai minimum di setiap kolom dataframe tersebut dan mencetak instruksi untuk setiap periode berdasarkan jumlah lot yang harus dipesan.

```

if verbose:
    print()
    print('production', production)
    print('inventory', inventory)
    print('total number of periods to produce', npi)
    print('minimum cost', cost[n])
    periodDemand[n] = jump to the next production

#skip when the pr. is the last period - can't add another period to handle
if (periods1==len(demands)):
    steps1
    production.append(demands[period])
    inventory.append(s)

if verbose:
    print('=====step=====' + str(i) + '=====' + format(step))
    print('cost', setup_cost)
    print('period', periods)
    print('production', production)
    print('inventory', inventory)

#cost calculation
total_holding_cost=(inventory)*holding_cost
total_setupcost=[] for each in production: if each!=0:total_setup_cost
total_cost=(total_holding_cost+total_setup_cost)

print('=====total=====' + str(i) + '=====' + format(total_cost))
print('total_holding_cost', total_holding_cost)
print('total_setup', total_setup)
    
```

Gambar 10 Coding Print Output Silver Meal Heuristic

Sumber: Penelitian

Berikut hasil perhitungan dengan *Silver Meal Heuristic*:

Tabel 8

Perhitungan dengan *Silver Meal Heuristic*

Dapat dilihat pada tabel 8 di atas hasil dari perhitungan yang dilakukan dengan metode *Silver Meal Heuristic* sebanyak 12 periode dengan nilai sebagai berikut :

- Order pertama : 29 Unit
- Order Kedua : 22 Unit
- Order Ketiga : 25,560 Unit
- Order Keempat : 41,183 Unit
- Order Kelima : 38,246 Unit
- Order Keenam : 48,023 Unit
- Order Ketujuh : 56,365 Unit
- Order Kedelapan : 34,731 Unit
- Order Kesembilan : 20,894 Unit
- Order Kesepuluh : 40,597 Unit
- Order Kesebelas : 25,344 Unit
- Order Keduabelas : 71,199 Unit

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *Heuristic Silver Meal* diketahui bahwa pemesanan yang optimal adalah sebanyak 12.

b. Perbandingan Metode Perusahaan dan Metode Usulan

Perusahaan melakukan pemesanan tiap dua bulan sekali untuk kebutuhan bahan baku tahunan. Sehingga perusahaan melakukan pembelian pada bulan Januari, Maret, Mei, Juli, September, dan November periode tahun 2020. Pada metode yang dilakukan oleh perusahaan terdapat kelebihan biaya jika dibandingkan dengan metode *Heuristic Silver Meal* dan metode *Least Unit Cost*.

Tabel 9

Resume Perbandingan Metode Perusahaan dan metode سوال

Keterangan	Metode Perusahaan (RP)	Metode <i>Heuristic SilverMeal</i> (Rp)	Metode <i>Least Unit Cost</i> (Rp)
Biaya Pemesanan	RP.629.900.000	RP. 1.258.800.000	Rp. 1.258.800.000
Biaya Penyimpanan	Rp.7.361.318.658	Rp.1.611.098.154	Rp. 1.611.098.154
Biaya Pembelian	Rp. 3.051.800.000	Rp.1.413.881.740.000	Rp. 1.413.881.740.000
Biaya Persediaan	Rp.1.604.366.735.338	Rp. 2.869.898.154	Rp. 2.869.898.154
Total Biaya	Rp.1.607.418.535.338	Rp.1.416.751.638.154	Rp.1.416.751.638.154

Sumber: Penelitian

Dari tabel diatas diketahui pada perhitungan menggunakan metode Perusahaan biaya simpan sebesar Rp.7.361.318.658 dan dengan menerapkan metode *Heuristic Silver Meal* dan metode *Least Unit Cost* diketahui biaya penyimpanan sebesar Rp.1.611.098.154. Selisih biaya dari metode sebelum dan sesudah tersebut adalah sebesar Rp. 5.750.220.504.

Dengan biaya persediaan sebelumnya sebesar Rp.1.604.366.735.338 dan sesudah dilakukan perhitungan dengan menerapkan metode *Heuristic Silver Meal* dan metode *Least Unit Cost* diketahui biaya persediaan sebesar Rp. 2.869.898.154 sehingga dengan menerapkan metode *Heuristic Silver Meal* dan metode *Least Unit Cost* perusahaan dapat mengurangi pengeluaran untuk biaya persediaan sebesar Rp. 1.601.496.837.184.

KESIMPULN DAN SARAN

KESIMPULN

Dalam konteks analisis *Theory of Constraints* (TOC) terhadap perencanaan persediaan dan manajemen persediaan, penting untuk mengidentifikasi kendala-kendala yang mungkin timbul. Saat menerapkan metode *Silver Meal* dan *Least Unit Cost*, pertimbangan terhadap ketidakpastian dalam permintaan serta biaya total yang terlibat dalam setiap pesanan sangatlah krusial. Strategi penggunaan *buffer* persediaan juga merupakan langkah yang dapat diterapkan untuk mengatasi ketidakpastian tersebut. Selain itu, mempertimbangkan biaya total secara keseluruhan akan membantu meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem produksi dan persediaan secara menyeluruh.

Perusahaan mengamanatkan bahwa risiko kekurangan persediaan untuk semua jenis bahan baku tidak melebihi 2%. Sebagai akibatnya, tingkat layanan mencapai 98,5%. Berdasarkan perhitungan, jumlah persediaan pengaman yang dibutuhkan oleh Perusahaan setiap bulannya adalah sebesar 217,86 unit. Perhitungan Reorder Point dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa tingkat permintaan bervariasi sedangkan *Lead Time* konstan. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan metode *Heuristic Silver Meal* dan metode *Least Unit Cost*, ditemukan bahwa untuk mencapai jumlah stok barang sebesar 272,325 unit, perusahaan harus memesan kembali dengan lead time yang tetap 7 hari. Sebelumnya, persediaan minimum adalah sebesar Rp.1.604.366.735.338, namun setelah perhitungan, biaya persediaan meningkat menjadi Rp.2.869.898.154. Namun demikian, perusahaan memiliki potensi untuk mengurangi biaya persediaan hingga Rp.1.601.496.837.184.

Dengan menerapkan metode *Heuristic Silver Meal* dan *Least Unit Cost* dalam perencanaan pengendalian persediaan material, perusahaan berpotensi untuk mengurangi jumlah pemesanan bahan baku menjadi 12 kali dalam satu tahun. dibandingkan dengan pendekatan sebelumnya yang hanya dilakukan 6 kali dalam setahun. Dampak dari pengurangan frekuensi ini adalah pengurangan biaya penyimpanan hingga mencapai jumlah sebesar Rp. 5.750.220.504..

SARAN

Penelitian mendatang dapat mempertimbangkan eksplorasi dalam pengembangan algoritma yang lebih canggih atau pendekatan optimasi yang bertujuan untuk substitusi atau perbaikan dari metode yang telah ada, atau dalam penggunaan pendekatan optimasi matematis yang lebih rumit secara eksplisit.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. 1993. Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Brigham, Eugene F. Dan Joel F. Houston. 2001: Manajemen Keuangan. Erlangga. Jakarta.
- Bertrand, J. W., Wortmann, J. C., & Wijngaard, J. (1990). Production Control: A Structural and Design Oriented Approach. California: Elsevier.
- Bricha, N., & Nourelfath, M. (2015). Protection of warehouses and plants under capacity constraint . Reliability Engineering and System Safety, 93.
- Ginting, R. 2007. Sistem Produksi Edisi Pertama. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Handoko, T. 2000. Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi. Yogyakarta : BPF- Yogyakarta.
- Heyzer J dan Render B. 2004. Manajemen Operasi. Edisi Bahasa Indonesia, Jakarta : Penertbit Salemba Empat.
- John E. B. 1992. Pengendalian Produksi. Jakarta : Penerbit Akademika Pressindo
- Nagarkatte Umesh and Oley Nacy. 2018. Theory of Contrain creative problem Solving. Boca Raton. Taylor & Francis Group
- Rangkuti Freddy. 1995: Manajemen Persediaan. Cetakan Pertama, raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Rangkuty, Fredy. 2004. Manajemen Persediaan, Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Riyanto, Bambang. 1993: Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan, Edisi kedua Cetakan kedelapan, Yayasan Badan Penerbit Gajah Mada, Yogyakarta.
- Syamsuddin, M.A., Drs. Lukman. 2007: Manajemen Keuangan Perusahaan. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Warren, Fess, Niswonger. 1999: Prinsip-Prinsip Akuntansi, edisi kesembilan belas, Jilid 1Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wilson, JD., dan John B.C 2007. Controllershship:Tugas Akuntan Manajemen. Jakarta : Erlangga
- W. H. Dettmer, Goldratt's Theory of Constraints A System Approach to Continuous Improvement. Winconsin: ASQ Quality Press, 1997.

Penulis pertama, penulis kedua, penulis ketiga

Submitted: **dd/mm/yyyy**; Revised: **dd/mm/yyyy**; Accepted: **dd/mm/yyyy**; Published: **dd/mm/yyyy**