



Optimization And Analysis Of Copper Wire Raw Material Inventory For Magnetic Process With Dynamic Programming Method

Optimasi dan Analisis Persediaan Bahan Baku Kawat Tembaga Untuk Proses Magnetic Dengan Metode Pemrograman Dinamis

Annisa Indah Pratiwi ¹, Akda Zahrotul Wathoni ¹, Dewih Adetia ¹, Ahmad Ridho Nurohman ¹

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Buana Perjuangan Karawang

Jl. HS. Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang, 41361

email : annisa.indah@ubpkarawang.ac.id

doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v14i2.5385>

Received: 22nd August 2021; Revised: 29th October 2021; Accepted: 10th November 2021;

Available online: 21st December 2021; Published regularly: December 2021

ABSTRACT

Inventory control is an important problem that is commonly faced by a company, because the presence of raw materials is very important for companies; therefore it is necessary to carry out good inventory control management in managing raw material inventory. Raw materials are part of the finished product and can be identified to the finished product. One of the methods used to plan raw material control is to use dynamic programming methods. Before performing calculations with dynamic programming, it is necessary to forecast the use of raw materials for the next one-year period. Dynamic program calculations can be done by making mathematical models, and determining the objective, constraint, and recursive function of the problem. This study aims to determine the raw material requirements of copper wire needed for production in the 2021 period. To optimize the supply of copper wire raw materials in order to minimize ordering costs, purchasing costs, and raw material storage costs.

Keywords: : inventory management; forecasting; raw material inventory and dynamic program

ABSTRAK

Pengendalian persediaan merupakan masalah penting yang umum dihadapi oleh sebuah perusahaan, karena keberadaan material bahan baku menjadi hal yang sangat penting bagi perusahaan. Maka dari itu perlu melakukan manajemen pengendalian persediaan yang baik dalam mengelola persediaan bahan baku, bahan baku merupakan bahan yang menjadi bagian produk jadi dan dapat diidentifikasi ke produk jadi. Salah satu metode yang digunakan untuk merencanakan pengendalian bahan baku adalah dengan menggunakan metode pemrograman dinamis. Sebelum melakukan perhitungan dengan pemrograman dinamis perlu dilakukan peramalan pemakaian bahan baku untuk periode satu tahun ke depan, kemudian perhitungan program dinamis dapat dilakukan dengan membuat model matematis, menentukan fungsi tujuan, fungsi kendala, dan fungsi rekursif dari masalah yang dihadapi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan bahan baku kawat tembaga yang diperlukan untuk produksi di periode 2021. Untuk mengoptimalkan persediaan bahan baku kawat tembaga agar dapat meminimalkan biaya pemesanan, biaya pembelian, dan biaya penyimpanan bahan baku.

Kata Kunci: : manajemen persediaan; peramalan; persediaan bahan baku dan program dinamis

1. PENDAHULUAN

Menurut Subagyo dalam (Pramita & Tanuwijaya, 2010), menyatakan bahwa pengendalian persediaan merupakan masalah penting yang umum dihadapi oleh di dalam

sebuah perusahaan, karena keberadaan material bahan baku menjadi hal yang sangat penting bagi perusahaan, maka dari itu perlu melakukan manajemen pengendalian persediaan yang baik dalam mengelola persediaan bahan baku, bahan



baku merupakan bahan yang menjadi bagian produk jadi dan dapat diidentifikasi ke produk jadi. Syamsuddin dalam (Hendratmiko, 2010). Bahan baku adalah persediaan yang dibeli oleh perusahaan untuk diproses menjadi barang setengah jadi yang nantinya diubah kembali menjadi barang jadi atau produk akhir dari perusahaan. Ada pula yang berpendapat bahwa persediaan adalah bahan baku atau bahan mentah, komponen, sub-rakitan serta pasokan (*supplies*) yang digunakan untuk menghasilkan barang-barang ataupun jasa. Reksohsdiprodjo dalam (Hendratmiko, 2010). Persediaan atau inventori merupakan suatu aset yang sangat mahal dalam suatu perusahaan sekitar 40% dari total investasi.

Setiap perusahaan harus dapat mengambil keputusan tentang kegiatan pengadaan persediaan barang pada perusahaan yang akan menimbulkan berbagai macam biaya, seperti biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Dengan adanya biaya-biaya tersebut diperlukan adanya pengendalian persediaan yang memiliki fungsi untuk menyediakan persediaan yang sesuai dengan biaya yang minimal. Oleh karena itu tingkat persediaan yang sesuai dapat dilakukan dengan menentukan jumlah pesanan yang ekonomis dengan tujuan untuk menentukan jumlah pesanan yang mampu memperkecil biaya pengadaan persediaan (Fajrin, 2016).

Menurut Herjanto dalam jurnal Indah (2018) mengatakan bahwa pengendalian persediaan adalah serangkaian kebijakan pengendalian untuk menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan pesanan untuk menambah persediaan harus dilakukan dan berapa besar pesanan harus diadakan, jumlah atau tingkat persediaan yang dibutuhkan berbeda-beda untuk setiap perusahaan pabrik, tergantung volume produksinya, jenis perusahaan dan prosesnya.

PT TIV sebuah perusahaan yang bergerak di bidang *sparepart* otomotif baik roda dua maupun roda empat. Salah satu produk yaitu *magnetic switch* yang menggunakan material kawat tembaga dimana pemakaian perhariannya antara 110 Kg hingga 150 kg tergantung kondisi aktual pesanan dari konsumen. Dalam persediaan bahan baku tersebut mengalami kendala banyaknya stok bahan baku Kawat tembaga dalam penyimpanan, masalah ini

mengakibatkan tingginya biaya penyimpanan bahan baku, ditambah kapasitas gudang yang terbatas karena harus berbagi tempat dengan komponen-komponen lainnya, juga kekhawatiran akan berkurangnya kualitas dari bahan baku tersebut jika terlalu lama disimpan. Sehingga diperlukan suatu langkah strategi bagaimana menentukan kebutuhan bahan baku kawat tembaga secara optimal.

Menurut Taha dalam jurnal Sanjaya (2016), "Pemrograman dinamis (Dynamic Programming) adalah prosedur matematis yang dirancang untuk memperbaiki efisiensi perhitungan masalah pemrograman matematis dengan menjabarkannya menjadi bagian-bagian masalah yang lebih kecil, dan karena itu lebih sederhana dalam melakukan perhitungan".

2. METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan mengumpulkan data historis. Data yang dikumpulkan antara lain data kebutuhan dan pembelian bahan baku kawat tembaga dari periode Januari 2020 sampai Desember 2020, harga bahan baku maupun ukuran lot yang dapat dibeli oleh perusahaan, dan data-data yang terkait dalam perhitungan pemrograman dinamis diantaranya data harga pembelian, biaya penyimpanan dan biaya penyimpanan.

Jenis data yang digunakan terdiri dari:

1. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mengumpulkan data historis kebutuhan produksi antar lokasi. Data tersebut diperoleh dengan cara wawancara dengan penanggung jawab pengendalian stok. Selain itu, data primer yang dibutuhkan yaitu biaya yang dikeluarkan untuk pemesanan dan penyimpanan barang tersebut

2. Data Sekunder

Proses pengumpulan data dimulai dengan cara mengidentifikasi masalah-masalah yang terjadi di proses pengendalian stok komponen dalam jangka waktu satu tahun. Data yang digunakan dalam langkah awal ini adalah data sekunder yaitu data permintaan tahun 2020.

Dalam proses pengolahan data, tahapan perhitungan yang dilakukan yaitu menghitung nilai *forecast*, menghitung *safety stock* dan menghitung persediaan dengan menggunakan metode pemrograman dinamis (Soenandi,

2012). Adapun data yang digunakan dalam setiap perhitungan tersebut yaitu data persediaan bahan baku, biaya pemesanan, biaya pembelian dan biaya inventori. Hasil yang didapatkan dari perhitungan *forecast* digunakan untuk peramalan persediaan bahan baku pada periode yang akan datang. Adapun untuk metode peramalan yang digunakan yaitu *moving average* dan *exponential smoothing*.

Perhitungan *safety stock* dilakukan dengan tujuan untuk menentukan berapa banyak bahan baku pengaman yang harus dimiliki perusahaan untuk menghindari terjadinya kekurangan bahan baku ketika proses produksi berlangsung. Perhitungan persediaan dengan metode program dinamis dilakukan dengan menggunakan software *winqsb* dengan metode *forward rekrusion*. Sebelum dilakukan perhitungan dengan program dinamis, tahapan yang harus dilakukan adalah membuat model matematik untuk kasus persediaan bahan baku kawat. Dengan menggunakan metode program dinamis diharapkan dapat diperoleh biaya persediaan seperti pembelian, pemesanan dan penyimpanan bahan baku kawat yang minimum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Freddy dalam (Rusdiana, et al., 2014), Persediaan merupakan bahan atau barang yang disimpan untuk dapat memenuhi suatu tujuan tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi suatu barang atau perakitan komponen, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari sebuah alat atau mesin. Persediaan dapat berupa bahan mentah, bahan pembantu, bahan dalam proses, barang jadi, ataupun suku cadang. Dapat dikatakan bahwa persediaan hanyalah suatu sumber dana yang membeku karena sebelum persediaan digunakan berarti dana terikat di dalamnya tidak dapat digunakan untuk keperluan lain. Peramalan merupakan suatu kegiatan memperkirakan atau memprediksi kejadian dimasa yang akan datang, tentunya dengan bantuan penyusunan rencana terlebih dahulu, dimana rencana ini dibuat berdasarkan kapasitas dan kemampuan permintaan/ produksi yang telah dilakukan perusahaan (Sofiyana, 2013). Keadaan masa yang akan datang yang dimaksud adalah apa yang diperlukan (jenis), berapa banyak yang diperlukan (jumlah) dan kapan dibutuhkannya (waktu). Persediaan pengaman atau *Safety Stock* merupakan persediaan yang penting dalam suatu

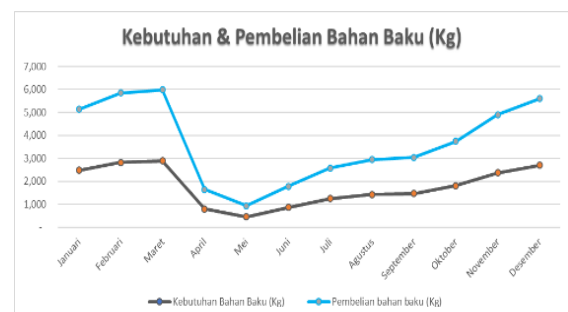
perusahaan, karena untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan baku atau material, agar proses produksi berjalan lancar (Nissa & Siregar, 2017)

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan mengumpulkan data historis. Data-data yang dikumpulkan antara lain data Kebutuhan dan pembelian bahan baku kawat tembaga dari periode Januari 2020 sampai Desember 2020, data tentang harga bahan baku maupun ukuran lot yang dapat dibeli oleh perusahaan, dan data-data yang terkait dalam perhitungan program dinamis.

Tabel 1 merupakan tabel pemakaian dan pembelian bahan baku kawat tembaga periode 2020

Tabel 1. Kebutuhan dan pembelian bahan baku periode 2020

Bulan	Kebutuhan Bahan Baku (Kg)	Pembelian bahan baku (Kg)
Januari	2,475	2,661
Februari	2,813	3,023
Maret	2,880	3,096
April	788	847
Mei	450	484
Juni	855	919
Juli	1,238	1,330
Agustus	1,418	1,524
September	1,463	1,572
Oktober	1,800	1,935
November	2,363	2,540
Desember	2,700	2,903
Total	21,240	22,833



Gambar 1. Kebutuhan dan pembelian bahan baku periode 2020

Dari grafik diatas diketahui kebutuhan bahan baku bersifat fluktuatif atau selalu berubah-ubah di setiap bulannya, terutama saat



masa awal pandemik Covid-19 di bulan April-Juni pesanan konsumen mengalami penurunan yang sangat drastis, sehingga mempengaruhi juga pembelian bahan baku ke supplier.

Tabel 2 ini merupakan tabel yang berisi biaya-biaya yang diperlukan, seperti harga bahan baku, biaya pemesanan (biaya surat menyurat elektronik/email dan telepon), dan biaya penyimpanan bahan baku per kg.

Tabel 2. Biaya yang di perlukan untuk pengadaan bahan baku

Harga bahan baku/Kg	Biaya Pemesanan	Biaya Simpan/Kg
Rp 135,000	Rp 20,000	Rp 7,500

Harga bahan baku tersebut didalamnya termasuk biaya packing dan biaya transportasi dari supplier.

Dalam melakukan pemesanan bahan baku, perusahaan mengeluarkan biaya pemesanan sebesar Rp 20,000,- yang meliputi biaya telepon atau biaya fax, dan biaya pencetakan surat permintaan pembelian. Untuk membuat satu produk *magnetic switch* dibutuhkan bahan baku sebanyak 22.5 gram. Harga untuk bahan baku adalah Rp 135,000,-/kg. Bahan baku dapat dipesan dalam ukuran lot 750 kg, 1250 kg, 1500 kg, 2000 kg, 2500 kg, 2750 kg dan 3000 kg. Perusahaan memiliki gudang dengan kapasitas 3 Ton.

Tabel 3. Biaya pembelian bahan baku

Pemesanan (Kg)	Harga (Rp)	Biaya	Total biaya (Rp)	Pemesanan (ribuan Kg)
750			121,250	0.75
1250			188,750	1.25
1500			222,500	1.5
2000	135,000	20,000	290,000	2
2500			357,500	2.5
2750			391,250	2.75
3000			425,000	3

Hasil pada Tabel diatas akan digunakan dalam perhitungan dengan pemrograman dinamis deterministik. Dalam hal ini, untuk menentukan jumlah bahan baku kawat tembaga yang seharusnya dipesan oleh perusahaan agar diperoleh total biaya persediaan yang optimal.

Langkah selanjutnya yaitu mulai perhitungan, dengan langkah awal membuat *forecast* atau peramalan untuk memperkirakan kebutuhan bahan baku untuk periode

berikutnya, sebelum melakukan perhitungan dengan menggunakan program dinamis.

3.1 Melakukan peramalan (*Forecasting*) metode *Moving Average* 5 bulan

Forecasting atau peramalan digunakan untuk memperkirakan berapa banyak bahan baku yang akan digunakan diperiode selanjutnya dengan menggunakan data dari periode yang ada. Dalam penelitian ini digunakan dua metode peramalan yaitu dengan metode *Moving Average* dan *Exponential Smoothing*, dan dari kedua hasil peramalan nantinya akan dibandingkan dengan MSE.

Rumus perhitungan dengan metode *Moving Average* yaitu:

$$Y'_{t+1} = \frac{T_{t-n+1} + \dots + T_{t+1} + T_t}{n}$$

Keterangan:

Tn= Data pada periode n

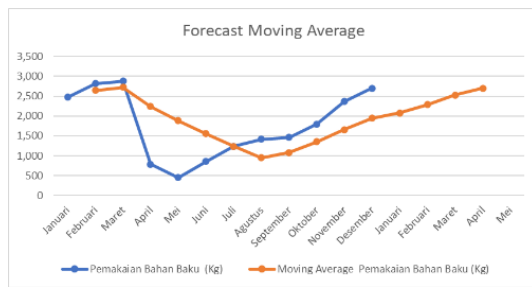
n = Jumlah deret waktu yang digunakan

Y't+1 = Nilai peramalan periode t +1

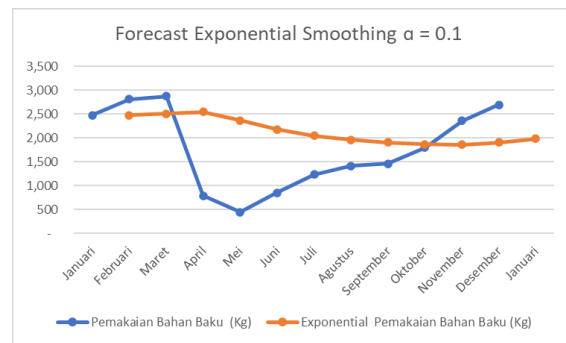
Hasil perhitungan *Forecasting Moving average* periode 2020, Menggunakan *Software Ms.Excel*

Tabel 4. Hasil *Forecast Moving Average* 2020

Bulan	Pemakaian Bahan Baku	Moving Average	(Y' - Y) ²
	(Kg)	Pemakaian Bahan Baku (Kg)	
Januari	2,475		
Februari	2,813	2,644	28,476.6
Maret	2,880	2,723	24,806.3
April	788	2,239	2,106,126.6
Mei	450	1,881	2,047,761.0
Juni	855	1,557	492,804.0
Juli	1,238	1,242	20.3
Agustus	1,418	950	219,024.0
September	1,463	1,085	142,884.0
Oktober	1,800	1,355	198,470.3
November	2,363	1,656	499,142.3
Desember	2,700	1,949	564,752.3
Januari		2,081	574,933.4



Gambar 2 Forecast Moving Average 2020



Gambar 3. Exponential Smoothing α 0.1

3.2 Peramalan menggunakan *Exponentials Smoothing*

Pada peramalan dengan metode *Exponential Smoothing* (penghalusan) adalah teknik peramalan rata-rata bergerak dengan menggunakan pembobotan, metode ini menggunakan nilai α sebagai parameter pemulusan yang didapatkan dengan cara trial dan *error* (mencoba-coba), dengan *interval smoothing* $0 < \alpha < 1$ (0.1 sampai dengan 0.9) Fachrurrazi (2015). Dengan alasan tersebut maka dipilihlah dua alpha (α) yaitu $\alpha = 0.1$, dan $\alpha = 0.9$ dengan cara trial atau acak, dan hasil dari keduanya nanti akan dibandingkan, Rachman (2018).

a. *Exponential Smoothing* $\alpha = 0.1$

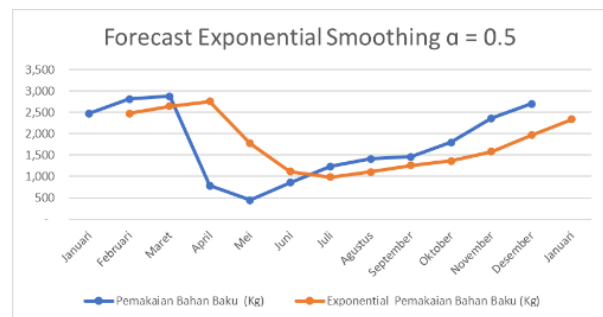
Dilihat dari nilai interval penghalusan yaitu $0 < \alpha < 1$ atau (0.1 sampai dengan 0.9), maka 0.1 dipilih dengan alasan sebagai perwakilan awal nilai pembobotan sebagai konstanta penghalus.

Tabel 5. Forecast *Exponential Smoothing* ($\alpha = 0.1$)

Bulan	Pemakaian Bahan Baku		$(Y' - Y)^2$
	(Kg)	Pemakaian Bahan Baku (Kg) Exp.	
Januari	2,475		
Februari	2,813	2,475	113,906.3
Maret	2,880	2,509	137,826.6
April	788	2,546	3,091,882.6
Mei	450	2,370	3,686,544.0
Juni	855	2,178	1,750,418.3
Juli	1,238	2,046	653,236.3
Agustus	1,418	1,965	299,654.8
September	1,463	1,910	200,405.4
Oktober	1,800	1,865	4,277.2
November	2,363	1,859	253,653.3
Desember	2,700	1,909	625,326.8
Januari		1,988	983,375.6

a. *Exponential Smoothing* $\alpha = 0.5$

Sama seperti penggunaan alpha 0.1, nilai $\alpha = 0.5$, dipilih untuk mewakili nilai pembobotan tengah antara 0.1 dan 0.9.



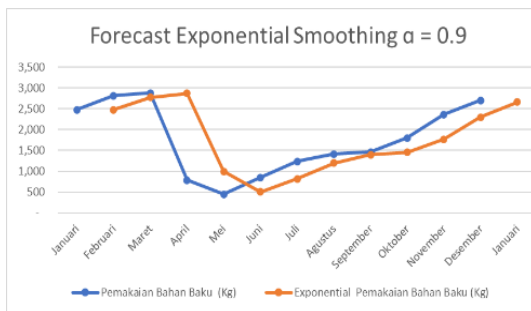
Gambar 4. *Exponential Smoothing* α 0.5

b. *Exponential Smoothing* $\alpha = 0.9$

Sama seperti penggunaan *alpha* 0.1 dan $\alpha = 0.5$, dengan nilai interval pembobotan 0.1 yang mewakili nilai pembobotan awal, 0.5 yang mewakili nilai tengah pembobotan, maka *alpha* (α) 0.9 digunakan untuk mewakili bagian akhir dari nilai interval pembobotan.

Tabel 6. Forecast *Exponential Smoothing* $\alpha = 0.5$

Bulan	Pemakaian Bahan Baku		$(Y' - Y)^2$
	(Kg)	Pemakaian Bahan Baku (Kg) Exponential	
Januari	2,475		
Februari	2,813	2,475	113,906.3
Maret	2,880	2,644	55,814.1
April	788	2,762	3,898,156.6
Mei	450	1,775	1,754,797.0
Juni	855	1,112	66,225.8
Juli	1,238	984	64,428.7
Agustus	1,418	1,111	94,196.2
September	1,463	1,264	39,385.2
Oktober	1,800	1,363	190,731.8
November	2,363	1,582	609,749.0
Desember	2,700	1,972	529,885.2
Januari		2,336	674,297.8



Gambar 5. Exponential Smoothing α 0.9

Tabel 7. Forecast Exponential Smoothing ($\alpha = 0.9$)

Bulan	Pemakaian Bahan Baku (Kg)	Exponential Pemakaian Bahan Baku (Kg)	$(Y' - Y)^2$
Januari	2,475		
Februari	2,813	2,475	113,906.3
Maret	2,880	2,779	10,251.6
April	788	2,870	4,336,285.6
Mei	450	996	297,829.4
Juni	855	505	122,798.6
Juli	1,238	820	174,341.8
Agustus	1,418	1,196	49,175.0
September	1,463	1,395	4,512.5
Oktober	1,800	1,456	118,485.7
November	2,363	1,766	356,315.6
Desember	2,700	2,303	157,761.6
Januari		2,660	521,969.4

3.3 Perbandingan Kesalahan Peramalan

Tabel 8 merupakan hasil perbandingan peramalan penggunaan bahan baku dengan melihat nilai MSE (*Main Square Error*) pada metode *Forecasting Moving Average* dan *Exponential Smoothing* $\alpha = (0.1), (0.5), (0.9)$ untuk mencari nilai kriteria MSE yang terkecil.

Dari kesimpulan keempat perbandingan tersebut maka dalam penelitian ini akan digunakan data hasil peramalan yang menggunakan metode *Exponential Smoothing 0.9* dengan karena hasil perhitungan dengan menggunakan metode tersebut memiliki nilai kriteria MSE (*Mean Square Error*) yang paling

kecil yaitu 521,969.43. Karena semakin kecil nilai kesalahan maka akan semakin tinggi tingkat ketelitian dari hasil peramalan tersebut, (Gofur & Widiati, 2015).

Tabel 9 merupakan tabel *forecast* yang dihasilkan dengan menggunakan *Exponential Smoothing 0.9* yang akan digunakan untuk perhitungan program dinamis.

Tabel 9. Hasil Exponential Smoothing $\alpha = 0.9$

Bulan	Forecast dengan ES 0.9 (kg)	Ton
Januari	2,599	2.60
Februari	2,475	2.48
Maret	2,779	2.78
April	2,870	2.87
Mei	996	1.00
Juni	505	0.50
Juli	820	0.82
Agustus	1,196	1.20
September	1,395	1.40
Oktober	1,456	1.46
November	1,766	1.77
Desember	2,303	2.30
Total	21,158	21.158

3.4 Perhitungan Program Dinamis

Identifikasi Variabel

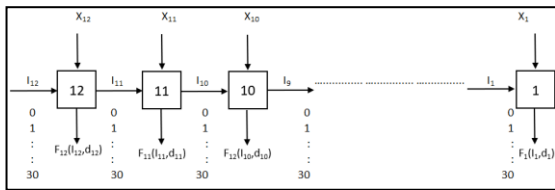
Unsur dasar pembentuk program dinamik yaitu:

- 1) Tahap (n) adalah jumlah bulan dalam satu tahun sehingga perhitungan terdiri dari 12 tahap ($n = 1, 2, \dots, 12$).
- 2) Variabel status (I_n) adalah jumlah persediaan bahan baku pada awal tahap n.
- 3) Variabel keputusan ($X_n = d^* n$) adalah jumlah pembelian bahan baku optimal pada tahap n yang diperoleh dari beberapa alternatif kebijakan pemesanan pada tahap tersebut.

Dari masalah yang dihadapi dapat dibentuk suatu model matematik sesuai Gambar 6.

Tabel 8. Perbandingan Kesalahan Peramalan

Statistic	Moving Average	Exponential Smoothing 0,1	Exponential Smoothing 0,5	Exponential Smoothing 0,9	Min
MSE	574,933.40	983,375.59	674,297.80	521,969.43	521,969.43



Gambar 6. Model matematik program dinamis untuk pembelian bahan baku.

Keterangan:

- $F_n(I_n, d_n)$: fungsi biaya total persediaan bahan baku untuk tahap n.
- X_n : jumlah bahan baku yang akan dibeli pada tahap n.
- I_n : jumlah persediaan bahan baku pada tahap n (0 – 30).
- N : jumlah bulan (1,2,....., 12)

b. Formulasi Masalah Berdasarkan Program Dinamik

- 1) Fungsi Tujuan Meminimumkan: $F(I_n) = \{A(d_n) + B(I_n + d_n - kn)\}$
- 2) Fungsi Kendala
 Jumlah persediaan bahan baku di gudang tidak boleh melebihi kapasitas gudang penyimpanan sehingga $I_n + d_n \leq G$.
 Persediaan bahan baku setiap bulan harus dapat memenuhi kebutuhan bahan baku pada bulan tersebut.
 Pernyataan tersebut dapat ditulis sebagai sebuah kendala: $I_n + d_n \geq kn$.
 Jumlah persediaan dan bahan baku yang dibeli setiap bulan lebih besar atau sama dengan nol. Pernyataan ini dapat ditulis sebagai fungsi kendala non negativitas sebagai berikut: $I_n \geq 0$ dan $d_n \geq 0$, $n = 1,2,.....12$
- 3) Fungsi Transisi
 Fungsi yang menunjukkan perubahan keadaan dalam setiap tahap. Fungsi tersebut dapat ditulis sebagai berikut:
 $I_{n+1} = I_n + d_n - kn$
- 4) Fungsi Rekursif Meminimumkan

$$F_n(I_n) = \begin{cases} 0, & n > 12 \\ \{A(d_n) + B(I_n + d_n - kn) + F_{n+1}(I_{n+1})\}, & n \leq 12 \end{cases}$$

Keterangan:

- $f_{n+1}(I_{n+1})$: Hasil optimum tahap n+1
- $f * n(I_n)$: Hasil optimum tahap n
- n : Tahap
- B : Biaya simpan
- A : harga bahan baku

Angka 1-12 menunjukkan jumlah bulan, huruf X1-X12 menunjukkan jumlah bahan baku yang akan dibeli, dan huruf I1 sampai I12 menunjukkan jumlah bahan baku yang tersedia di gudang. Setelah menentukan model matematik, maka langkah selanjutnya adalah membagi masalah dalam bentuk tahap (*stage*). Tahap yang dimiliki adalah sama dengan jumlah bulan.

Perhitungan program dinamis dimulai dari tahap awal yaitu bulan Desember 2020 sampai Januari 2020 yang merupakan tahap akhir. Berturut turut Tabel 10, 11,12 menjelaskan tahap 10, 11, dan 12.

3.5 Hasil Analisis

Berikut ini adalah hasil perbandingan analisa menggunakan perhitungan program dinamis dengan sistem pembelian yang digunakan oleh perusahaan untuk menentukan jumlah pemesanan bahan baku kawat tembaga diperiode Januari 2020 hingga periode Desember 2020.

3.5.1 Analisis dengan program dinamis

Tabel 13 merupakan hasil analisis pemesanan bahan baku Kawat tembaga dengan menggunakan metode pemrograman dinamis periode Januari 2020 hingga Desember 2020.

Dari tabel 13 dapat diketahui bahwa pemesanan bahan baku total cost yaitu sebesar Rp3,058,816 ribuan.

3.5.2 Analisis dengan sistem perusahaan dan program dinamis

Dalam melakukan pembelian bahan baku kawat tembaga, perusahaan selalu melebihkan jumlah pemakaian di setiap bulannya, dan sisa dari pemakaian bahan baku pada periode tersebut akan disimpan di dalam gudang sebagai *safety stock*, yang kemudian digunakan pada periode selanjutnya dengan sistem *first in frist out* (bahan baku yang disimpan dari periode sebelumnya, yang akan pertama kali digunakan).



Tabel 10 Perhitungan program dinamis *stage 12* satuan dalam ribuan (000)

Desember (Stage 12)															
F12 (I12)= min(A(d12))+7500(I12+d12-2.66)															
d12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-
	Rp89,604	Rp97,104	Rp104,604	Rp112,104	Rp119,604	Rp127,104	Rp134,604	Rp142,104	Rp149,604	Rp157,104	Rp164,604	Rp172,104	Rp179,604	Rp187,104	Rp194,604
	Rp160,854	Rp168,354	Rp175,854	Rp183,354	Rp190,854	Rp198,354	Rp205,854	Rp213,354	Rp220,854	Rp228,354	Rp235,854	Rp243,354	Rp250,854	Rp258,354	Rp265,854
	Rp196,479	Rp203,979	Rp211,479	Rp218,979	Rp226,479	Rp233,979	Rp241,479	Rp248,979	Rp256,479	Rp263,979	Rp271,479	Rp278,979	Rp286,479	Rp293,979	Rp301,479
	Rp267,729	Rp275,229	Rp282,729	Rp290,229	Rp297,729	Rp305,229	Rp312,729	Rp320,229	Rp327,729	Rp335,229	Rp342,729	Rp350,229	Rp357,729	Rp365,229	Rp372,729
	Rp338,979	Rp346,479	Rp353,979	Rp361,479	Rp368,979	Rp376,479	Rp383,979	Rp391,479	Rp398,979	Rp406,479	Rp413,979	Rp421,479	Rp428,979	Rp436,479	Rp443,979
	Rp374,604	Rp382,104	Rp389,604	Rp397,104	Rp404,604	Rp412,104	Rp419,604	Rp427,104	Rp434,604	Rp442,104	Rp449,604	Rp457,104	Rp464,604	Rp472,104	Rp479,604
	Rp410,229	Rp417,729	Rp425,229	Rp432,729	Rp440,229	Rp447,729	Rp455,229	Rp462,729	Rp470,229	Rp477,729	Rp485,229	Rp492,729	Rp500,229	Rp507,729	Rp515,229
	Min F12*(I12)														
D12	2.75														

Desember (Stage 12)															
F12 (I12)= min(A(d12))+7500(I12+d12-2.66)															
d12	0	0.75	1.25	1.5	2	2.5	2.75	3							
	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-	Rp-
	Rp202,104	Rp209,604	Rp217,104	Rp224,604	Rp232,104	Rp239,604	Rp247,104	Rp254,604	Rp262,104	Rp269,604	Rp277,104	Rp284,604	Rp292,104	Rp299,604	Rp307,104
	Rp273,354	Rp280,854	Rp288,354	Rp295,854	Rp303,354	Rp310,854	Rp318,354	Rp325,854	Rp333,354	Rp340,854	Rp348,354	Rp355,854	Rp363,354	Rp370,854	Rp378,354
	Rp308,979	Rp316,479	Rp323,979	Rp331,479	Rp338,979	Rp346,479	Rp353,979	Rp361,479	Rp368,979	Rp376,479	Rp383,979	Rp391,479	Rp398,979	Rp406,479	Rp413,979
	Rp380,229	Rp387,729	Rp395,229	Rp402,729	Rp410,229	Rp417,729	Rp425,229	Rp432,729	Rp440,229	Rp447,729	Rp455,229	Rp462,729	Rp470,229	Rp477,729	Rp485,229
	Rp451,479	Rp458,979	Rp466,479	Rp473,979	Rp481,479	Rp488,979	Rp496,479	Rp503,979	Rp511,479	Rp518,979	Rp526,479	Rp533,979	Rp541,479	Rp548,979	Rp556,479
	Rp487,104	Rp494,604	Rp502,104	Rp509,604	Rp517,104	Rp524,604	Rp532,104	Rp539,604	Rp547,104	Rp554,604	Rp562,104	Rp569,604	Rp577,104	Rp584,604	Rp592,104
	Rp522,729	Rp530,229	Rp537,729	Rp545,229	Rp552,729	Rp560,229	Rp567,729	Rp575,229	Rp582,729	Rp590,229	Rp597,729	Rp605,229	Rp612,729	Rp620,229	Rp627,729
	Min F12*(I12)														
D12	1.5														



Pilih 2.75 karena kebutuhan 2.66 maka dipilih lot pembelian yang mendekati lebih dari 2.66

Tabel 11 Perhitungan program dinamis *stage* 11 satuan dalam ribuan (000)

November (Stage 11)																
F11 (I11)= min(A(d11)+7500(I11+d11-2.3))+F12*(I12)																
d11	I11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0		Rp468,237	Rp475,737	Rp483,237	Rp490,737	Rp498,237	Rp505,737	Rp513,237	Rp520,737	Rp528,237	Rp535,737	Rp543,237	Rp550,737	Rp558,237	Rp565,737	Rp573,237
0.75		Rp539,487	Rp546,987	Rp554,487	Rp561,987	Rp569,487	Rp576,987	Rp584,487	Rp591,987	Rp599,487	Rp606,987	Rp614,487	Rp621,987	Rp629,487	Rp636,987	Rp644,487
1.25		Rp575,112	Rp582,612	Rp590,112	Rp597,612	Rp605,112	Rp612,612	Rp620,112	Rp627,612	Rp635,112	Rp642,612	Rp650,112	Rp657,612	Rp665,112	Rp672,612	Rp680,112
1.5		Rp646,362	Rp653,862	Rp661,362	Rp668,862	Rp676,362	Rp683,862	Rp691,362	Rp698,862	Rp706,362	Rp713,862	Rp721,362	Rp728,862	Rp736,362	Rp743,862	Rp751,362
2		Rp717,612	Rp725,112	Rp732,612	Rp740,112	Rp747,612	Rp755,112	Rp762,612	Rp770,112	Rp777,612	Rp785,112	Rp792,612	Rp800,112	Rp807,612	Rp815,112	Rp822,612
2.5		Rp753,237	Rp760,737	Rp768,237	Rp775,737	Rp783,237	Rp790,737	Rp798,237	Rp805,737	Rp813,237	Rp820,737	Rp828,237	Rp835,737	Rp843,237	Rp850,737	Rp858,237
2.75		Rp788,862	Rp796,362	Rp803,862	Rp811,362	Rp818,862	Rp826,362	Rp833,862	Rp841,362	Rp848,862	Rp856,362	Rp863,862	Rp871,362	Rp878,862	Rp886,362	Rp893,862
3		Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612	Rp717,612
Min F11*(I11)																
D11																

November (Stage 11)																		
F11 (I11)= min(A(d11)+7500(I11+d11-2.3))+F12*(I12)																		
d11	I11	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
0		Rp580,737	Rp588,237	Rp595,737	Rp603,237	Rp610,737	Rp618,237	Rp625,737	Rp633,237	Rp640,737	Rp648,237	Rp655,737	Rp663,237	Rp670,737	Rp678,237	Rp685,737	Rp693,237	Rp700,737
0.75		Rp651,987	Rp659,487	Rp666,987	Rp674,487	Rp681,987	Rp689,487	Rp696,987	Rp704,487	Rp711,987	Rp719,487	Rp726,987	Rp734,487	Rp741,987	Rp749,487	Rp756,987	Rp764,487	Rp771,987
1.25		Rp687,612	Rp695,112	Rp702,612	Rp710,112	Rp717,612	Rp725,112	Rp732,612	Rp740,112	Rp747,612	Rp755,112	Rp762,612	Rp770,112	Rp777,612	Rp785,112	Rp792,612	Rp800,112	Rp807,612
1.5		Rp758,862	Rp766,362	Rp773,862	Rp781,362	Rp788,862	Rp796,362	Rp803,862	Rp811,362	Rp818,862	Rp826,362	Rp833,862	Rp841,362	Rp848,862	Rp856,362	Rp863,862	Rp871,362	Rp878,862
2		Rp830,112	Rp837,612	Rp845,112	Rp852,612	Rp860,112	Rp867,612	Rp875,112	Rp882,612	Rp890,112	Rp897,612	Rp905,112	Rp912,612	Rp920,112	Rp927,612	Rp935,112	Rp942,612	Rp949,612
2.5		Rp865,737	Rp873,237	Rp880,737	Rp888,237	Rp895,737	Rp903,237	Rp910,737	Rp918,237	Rp925,737	Rp933,237	Rp940,737	Rp948,237	Rp955,737	Rp963,237	Rp970,737	Rp978,237	Rp985,737
2.75		Rp901,362	Rp908,862	Rp916,362	Rp923,862	Rp931,362	Rp938,862	Rp946,362	Rp953,862	Rp961,362	Rp968,862	Rp976,362	Rp983,862	Rp991,362	Rp998,862	Rp1,006,362	Rp1,013,862	Rp1,021,362
3		Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362	Rp901,362
Min F11*(I11)																		
D11																		

Pilih 2.5 karena kebutuhan 2.3 ada sisa 0.09 maka dipilih lot pembelian yang mendekati lebih dari 2.3 Dilanjutkan sampai tahap 1.



a) Sistem Perusahaan

Tabel 13 Rangkuman hasil perhitungan program dinamis

Bulan	Jumlah pesan (ton)	Stok (ton)	Kebutuhan (ton)	Sisa (ton)
1	2.75	0.00	2.60	0.15
2	2.75	0.15	2.78	0.12
3	2.75	0.12	2.87	0.00
4	1.25	0.00	1.00	0.26
5	0.75	0.26	0.50	0.50
6	0.75	0.50	0.82	0.43
7	1.25	0.43	1.20	0.49
8	1.5	0.49	1.40	0.59
9	1.5	0.59	1.46	0.64
10	1.5	0.64	1.77	0.37
11	2.5	0.37	2.30	0.57
12	2.75	0.57	2.66	0.66
Total	22,000	Kg		

b) Program dinamis

Seperti terlihat pada tabel 14 untuk program dinamis, diketahui bahwa pemesanan bahan baku total cost yaitu sebesar Rp3,058,815,882.

Tabel 14 Analisis sistem perusahaan

Bulan	Pemesanan (Kg)	Harga bahan baku	Total biaya pembelian	Biaya Pemesanan
1	2,661	135,000	359,184,375	20,000
2	3,023	135,000	408,164,063	20,000
3	3,096	135,000	417,960,000	20,000
4	847	135,000	114,285,938	20,000
5	484	135,000	65,306,250	20,000
6	919	135,000	124,081,875	20,000
7	1,330	135,000	179,592,188	20,000
8	1,524	135,000	205,714,688	20,000
9	1,572	135,000	212,245,313	20,000
10	1,935	135,000	261,225,000	20,000
11	2,540	135,000	342,857,813	20,000
12	2,903	135,000	391,837,500	20,000
Total	22,833	135,000	3,082,455,000	240,000

3.5.3 Perbandingan biaya antara sistem perusahaan dengan program dinamis

Untuk hasil mempermudah mengetahui hasil perbandingan biaya pemesanan bahan baku Kawat tembaga yang digunakan oleh sistem perusahaan saat ini dengan biaya pemesanan bahan baku kawat tembaga yang dilakukan dengan menggunakan metode program dinamis rekursif mundur, Perbandingan ini merupakan perbandingan jika perusahaan tetap melakukan pemesanan dengan menggunakan sistem yang biasa digunakan, yaitu terdapat gap biaya sebesar 1.15% dalam satu bulan dibandingkan dengan pemesanan menggunakan metode pemrograman dinamis, yang dituliskan dalam tabel 15.

Tabel 15 Perbandingan biaya antara sistem perusahaan dan program dinamis

Komponen	Sistem perusahaan	Program dinamis	Gap	% Gap
Biaya Pembelian	Rp3,082,455,000	Rp 3,058,815,882	Rp 23,639,118	
Biaya Pemesanan	Rp 240,000	Rp 240,000		
Biaya simpan (stock akhir Dec)	Rp17,010,000	Rp 4,926,276	Rp 12,083,724	
Total Biaya	Rp3,099,705,000	3,063,982,157	Rp35,722,843	1.15%

Dari perbandingan antara pelaksanaan oleh pihak perusahaan dan berdasarkan analisis dengan menggunakan program dinamis, maka diketahui dengan menggunakan program dinamis terjadi penghematan biaya sebesar Rp 35,722,843 atau sekitar 1.15 % dari sistem yang digunakan oleh perusahaan. Sistem perusahaan saat ini dalam menentukan jumlah pembelian bahan baku yaitu masih menggunakan data update forecast dari konsumen yang kemudian diolah dalam MRP sehingga diketahui estimasi kebutuhan produksi dalam masa depan.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem pengendalian persediaan bahan baku kawat tembaga dengan pemrograman dinamis lebih efektif dan efisien. Dalam hal ini, pemesanan bahan baku dilakukan sebanyak dua kali setiap bulannya yang dapat menekan biaya-biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk persediaan bahan baku tersebut yang meliputi biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

Untuk meminimalkan biaya pemesanan dan penyimpanan bahan baku perusahaan dapat menggunakan metode pemrograman dinamis, dikarenakan hasil dari penelitian ini metode pemrograman dinamis dapat mengoptimalkan (minimum) biaya-biaya yang berhubungan dengan persediaan bahan baku seperti, biaya pembelian bahan baku, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Sehingga dapat dikatakan hasil penelitian dengan metode pemrograman dinamis lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan sistem pemesanan yang digunakan perusahaan saat ini.

Berdasarkan cara pemesanan bahan baku seperti di atas, diperoleh *total cost* untuk pemesanan bahan baku sebesar Rp



3,063,982,157,- sedangkan bila menggunakan metode perusahaan saat ini, maka biaya persediaan sebesar Rp 3,099,705,000,-. Dengan demikian, bila menggunakan metode program dinamis, maka dapat menghemat biaya persediaan sebesar Rp 35,722,843 atau sekitar 1.21 % dari metode saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Rusdiana, H., Moh Ali Ramdhani, P. H., & Guru Besar UIN Sunan Gunung Djati Bandung, M. (2014). Penerbit CV Pustaka Setia Bandung. <http://digilib.uinsgd.ac.id/8788/1/BukuManajemenOperasi.pdf>
- Sofiyani. (2013). Perencanaan Dan Pengendalian Produksi. Edisi Pertama.
- Gofur, A. A., & Widiyanti, U. D. (2015). Sistem Peramalan Untuk Pengadaan Material Unit Injection Di Pt. Xyz. Komputa: *Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, 2(2). <https://doi.org/10.34010/komputa.v2i2.86>
- Nissa, K., & Siregar, M. T. (2017). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kain Kemeja Poloshirt Menggunakan Metode Economic Order Quantity (Eoq) Di PT Bina Busana Internusa. *International Journal of Social Science and Business*, 1(4), 271. <https://doi.org/10.23887/ijssb.v1i4.12169>
- Soenandi, I. A., Putren, P., & Dinamis, P. (n.d.). Optimalisasi Pemesanan Bahan Baku di PT XYZ. 162–174.
- Pramita, Wahyu, & Tanuwijaya, Haryanto. (2010). Penerapan Metode Exponential Smoothing Winter dalam Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Produk dan Bahan Baku Sebuah Café. *Seminar Nasional Informatika 2010*. Yogyakarta.
- Hendratmiko, Yonafiko. (2010). Analisis Pengendalian Bahan Baku Pada Industri Kecil Menengah Mebel Di Kota Kendal. Skripsi. Program Sarjana Ekonomi. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Sanjaya, Rosi Leo Sanjaya, Misbach Munir, & Hasan Bashori. (2016). Penerapan Metode Dynamic Programming Untuk Perencanaan Jadwal Induk Produksi (JIP) di PT.XYZ. *Journal Knowledge Industrial Engineering (JKIE)*, 03(02), 40-50.
- Indah, Dewi Rosa, Linda Purwasih, & Zenitha Maulida. (2018). Pengendalian Persediaan Bahan Baku pada PT. Aceh Rubber Industries Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Manajemen Dan Keuangan*, 7(2), 157-172.
- Fajrin, Eldwidho Han Arista & Achmad Slamet. (2016). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Economic Order Quantiti (Eoq) Pada Perusahaan Roti Bonansa. *Management Analysis Journal* 5 (4), 289-298.