

Analysis Material Inventory Control With Always Better Control Analysis and Dynamic Programming

[Analisa Pengendalian Persediaan Material Menggunakan Always Better Control Analysis dan Program Dinamis]

Dandi Syahrul Kurnia¹⁾, Tedjo Sukmono^{*. 2)}, Indah Apriliana Sari Wulandari³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi : thedjoss@umsida.ac.id^{. 2)}

Abstract. *Material inventory control is one form of success for a company in achieving the fulfilment of customer needs. Based on data from PT Weiss Tech in 2023 the total cost of inventory of material axles and pipe boxes is IDR 256,321,126.67. The company's needs data states that there are material deviations including ss 304 5/8 'excess 12 metres, ss 304 3/4 "excess 17 metres, ss 304 1 1/2 "excess 22 metres, ms 4 x 50 x 50 box pipe excess 6 metres, ss 304 7/8 'shortage 12 metres, and ms t 4 x 60 x 60 box pipe shortage 18 metres. This causes company losses due to high procurement costs, so it is necessary to control material inventory properly and effectively. The purpose of this study, the first is to analyse material inventory using the ABC (Always Better Control) method, which groups materials based on the percentage of material requirements with their respective classes and the second is to determine the minimum cost of material inventory using a dynamic program, which is an inventory control method carried out by considering non-conformity factors by considering previous decisions. The result of this study is the minimum cost of material inventory of IDR 22,555,000.*

Keywords - Inventory control, ABC analysis, dynamic programming

Abstrak. *Pengendalian persediaan material merupakan salah satu bentuk keberhasilan suatu perusahaan dalam mencapai pemenuhan kebutuhan pelanggan. Berdasarkan data dari PT Weiss Tech tahun 2023 total biaya persediaan material as dan pipa kotak sebesar Rp 256.321.126,67. Data kebutuhan perusahaan tersebut menyatakan bahwa terjadi deviasi material antara lain lain as ss 304 5/8' kelebihan 12 meter, as ss 304 3/4' kelebihan 17 meter, as ss 304 1 1/2' kelebihan 22 meter, pipa kotak ms 4 x 50 x 50 kelebihan 6 meter, as ss 304 7/8' kekurangan 12 meter, dan pipa kotak ms t 4 x 60 x 60 kekurangan 18 meter. Hal tersebut menyebabkan kerugian perusahaan akibat biaya pengadaan yang tinggi, sehingga perlu pengendalian persediaan material yang tepat dan efektif. Tujuan dari penelitian ini yang pertama adalah menganalisis persediaan material menggunakan metode ABC (Always Better Control) yaitu mengelompokkan material berdasarkan persentasi kebutuhan material dengan kelas masing-masing dan yang kedua adalah menentukan biaya minimum persediaan material menggunakan program dinamis adalah metode pengendalian persediaan yang dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor ketidaksesuaian dengan mempertimbangkan keputusan sebelumnya. Hasil dari penelitian ini adalah biaya minimum persediaan material sebesar Rp 22.555.000.*

Kata Kunci – Pengendalian persediaan, analisa ABC, program dinamis

I. PENDAHULUAN

Dalam upaya pemenuhan kebutuhan pelanggan maka PT. Weiss Tech memberikan kualitas material dengan standar tinggi agar dapat menghasilkan produk yang unggulan. Salah satu bentuk keberhasilan perusahaan terdapat didalam pengolahan pengadaan dan pengendalian material sehingga persediaan material tercukupi sesuai dengan kebutuhan. Kebutuhan material berdasarkan *Bill Of Material* (BOM) dari sebuah proyek. *Bill Of Material* (BOM) berisikan *part list* material yang dibutuhkan berdasarkan gambar proyek, mulai nama material, jenis material hingga jumlah *quantity* per item dan diolah menjadi peta proses operasi. Peta proses operasi tersebut menghubungkan antara produk struktur dengan data *Bill Of Material* (BOM). Produk struktur terdiri dari beberapa komponen material dengan proses operasi berdasarkan level atau tingkatannya [1].

Kegiatan pengendalian persediaan yang tepat dan pertimbangan biaya inventaris minimum guna menjaga kelancaran operasional dan memenuhi kebutuhan produksi [2]. Data *history inventory* perusahaan tahun 2023 menyatakan bahwa total biaya pengadaan material sebesar Rp 256.321.126,67 dan terdapat deviasi antara lain lain as ss 304 5/8' kelebihan 12 meter, as ss 304 3/4' kelebihan 17 meter, as ss 304 1 1/2' kelebihan 22 meter, pipa kotak ms 4 x 50 x 50 kelebihan 6 meter, as ss 304 7/8' kekurangan 12 meter, dan pipa kotak ms t 4 x 60 x 60 kekurangan 18 meter. Sehingga perlu adanya pengendalian *stock* yang tepat dalam memenuhi kebutuhan produksi.

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Tomigolung menyatakan bahwa metode ABC bertujuan untuk menentukan jumlah pesanan yang optimum dengan data presentase tahap pemesanan dan presentasi kumulatif dari biaya pembelian [3]. Selanjutnya penelitian dilakukan oleh Fadli dimana program dinamis merupakan metode yang memberikan solusi yang optimal dalam memenuhi permintaan [4]. Sementara penelitian yang dilakukan oleh Fitria menyatakan bahwa penerapan metode pemrograman dinamis menunjukkan bahwa secara keseluruhan diperoleh biaya operasional kapal yang lebih optimal [5].

Berdasarkan permasalahan yang terjadi metode yang digunakan sebagai alternatif terbaik adalah ABC (*Always Better Control*) dan program dinamis. Metode ABC (*Always Better Control*) merupakan kegiatan mengelompokkan berbagai jenis barang berdasarkan skala prioritas. Sedangkan program dinamis merupakan model rekursif yang setiap kali mengambil keputusan harus memperhatikan hasil dari kondisi kebijakan sebelumnya [6]. Program dinamis bertujuan untuk mempermudah menyelesaikan permasalahan optimasi dengan karakteristik tertentu dengan proses pengambilan keputusan secara bertahap [7].

Tujuan Penelitian: (1) Menentukan skala prioritas material berdasarkan persentase kebutuhan material oleh produksi. (2) Menentukan biaya minimum material yang harus dikeluarkan untuk persediaan material.

II. METODE

A. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di PT. Weiss Tech selama 6 bulan mulai dari bulan Oktober 2023 sampai Maret 2024. Lokasi perusahaan berada di Jl. Raya Kebaron Dua, Kebaron, Kecamatan Tulangan, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61273.

B. Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Langkah-langkah *flowchart* penelitian yang dilakukan dalam menyelesaikan sebuah permasalahan dalam penelitian :

1. Pada kegiatan studi literatur yang digunakan yaitu suatu kegiatan mengidentifikasi dan melakukan pengamatan sebuah permasalahan dalam perusahaan.
2. Melakukan perumusan masalah dengan mengumpulkan titik-titik permasalahan yang telah ditemukan dan membantu menyelesaikannya.
3. Melakukan pengumpulan data dari semua sumber informasi yang ada yang terkait dengan permasalahan yang diambil.
4. Melakukan analisis ABC (*Always Better Control*) untuk menentukan skala prioritas kebutuhan material berdasarkan persentase kebutuhan material produksi dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ kebutuhan} = \frac{\text{harga total kebutuhan}}{\text{total keseluruhan}} \times 100\% \quad (1)$$

Sumber : [10]

5. Melakukan perhitungan program dinamis menggunakan probabilitas rekursif mundur (*backward*) dimulai dari tahap ke 12-1 untuk menentukan biaya minimum material yang harus dikeluarkan untuk persediaan material. Dengan rumus fungsi minimum sebagai berikut :

$$f_n(S_n, X_n) = f_{n+1}^*(S_n - X_n) + f_{n+1}^*(S_n + X_n) \quad (2)$$

Sumber : [6]

6. Melakukan optimalisasi perhitungan iterasi sampai iterasi memenuhi kebutuhan produksi sehingga iterasi dapat dinyatakan optimum dan menghasilkan biaya minimum persediaan material.
7. Jika hasil perhitungan iterasi sudah optimum, maka dapat dilanjutkan untuk tahap analisa data hasil perhitungan dari solusi permasalahan

C. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah metode yang digunakan untuk pengumpul data dalam penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang merupakan jenis data yang dikumpulkan secara langsung bersumber dari objek yang akan diamati sebagai kepentingan studi yang berlangsung. Tabel 1. dan Tabel 2. adalah data yang digunakan dalam pengolahan data sebagai berikut :

Tabel 1. Daftar harga persediaan material dan kebutuhan material

Nama Material	Qty Persediaan	Qty Kebutuhan	Harga/ Meter	Total Harga Persediaan	Total Harga Kebutuhan
As Ss 304 5/8'	252	240	Rp 71.666,67	Rp 18.633.333,33	Rp 17.200.000,00
As Ss 304 3/4'	180	163	Rp 138.374,23	Rp 24.907.361,96	Rp 22.555.000,00
As Ss 304 7/8'	120	120	Rp 102.500,00	Rp 11.070.000,00	Rp 12.300.000,00
As Ss 304 1 1/2'	118	96	Rp 410.000,00	Rp 48.380.000,00	Rp 39.360.000,00
Pipa Kotak Ms T 3 X 30 X 30	1350	1350	Rp 37.259,26	Rp 50.300.000,00	Rp 50.300.000,00
Pipa Kotak Ms T 4 X 50 X 50	142	136	Rp 110.294,12	Rp 15.661.764,71	Rp 15.000.000,00
Pipa Kotak Ms T 4 X 60 X 60	660	660	Rp 131.381,82	Rp 84.347.127,27	Rp 86.712.000,00
Total Keseluruhan				Rp 253.299.587,27	Rp 243.427.000,00

Sumber : Data *Inventory* PT. Weiss Tech 2023

Tabel 2. Data kebutuhan material produksi

Nama Material	Bulan												Total (meter)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
As ss 304 5/8'	60	30	6	4	2	18	12	40	36	8	12	12	240
As ss 304 1 1/2'	12	12	10	3	3	24	6	2	3	3	12	6	96
As ss 304 7/8'	24	5	1	24	24	12	8	3	4	3	6	6	120
As ss 304 3/4'	24	12	12	12	18	6	12	10	6	3	24	24	163
Pipa kotak ms t 3 x 30 x 30	240	80	360	18	18	120	240	80	38	38	56	62	1350
Pipa kotak ms t 4 x 50 x 50	6	12	12	12	24	36	6	12	6	6	2	2	136
Pipa kotak ms t 4 x 60 x 60	12	22	24	12	56	24	240	120	120	12	12	6	660

Sumber : Data *Inventory* PT. Weiss Tech

D. Analisis ABC

Analisis ABC (*Always Better Control*) merupakan metode yang digunakan untuk membagi persediaan yang ada menjadi tiga klasifikasi biaya persediaan terbanyak akibat penggunaan atas kebutuhan produksi [8]. Kelompok tersebut dibagi menjadi :

1. Kelompok A, merupakan kelompok material dengan tingkat pemakaian dan investasinya tinggi dengan persen (%) kumulatifnya 0-70% yang disebut dengan *fast moving*.
2. Kelompok B, merupakan kelompok material dengan tingkat pemakaian dan investasinya sedang dengan persen (%) kumulatifnya 71-90% yang disebut *moderate*.
3. Kelompok C, merupakan kelompok material dengan tingkat pemakaian dan investasinya rendah dengan persen (%) kumulatifnya 91-100% yang disebut *slow moving*.

Karakteristik pengendalian kelompok analisis ABC (*Always Better Control*) adalah kelompok A jumlah persediaan minimal kecil, tingkat review tinggi, tingkat pemesanan tinggi, membutuhkan pencatatan rinci dan tingkat pengawasan tinggi, sedangkan kelompok C jumlah persediaan minimal besar, tingkat review rendah, tingkat pemesanan rendah, tidak membutuhkan pencatatan perpetual dan tingkat pengawasan rendah [9]. Dalam analisis ABC terdapat perhitungan persentasi kebutuhan yang didapatkan dari :

$$\% \text{ kebutuhan} = \frac{\text{harga total kebutuhan}}{\text{total keseluruhan}} \times 100\% \quad (3)$$

Sumber : [10]

$$\% \text{ range} = \% \text{ kebutuhan sekarang} + \% \text{ kebutuhan sebelumnya} \quad (4)$$

Sumber : [10]

E. Program Dinamis

Program dinamis adalah metode pengendalian persediaan yang dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor ketidaksesuaian. Dengan teknik matematika yang digunakan untuk membuar suatu rangkaian keputusan yang saling terkait [11]. Program dinamis lebih fleksibel dan matematika dalam proses operasinya. Teknik yang digunakan dalam mengoptimalkan keputusan bertahap dan tidak sekaligus. Dengan membagi satu permasalahan menjadi beberapa titik permasalahan, kemudian diselesaikan sehingga dapat menghasilkan data yang optimal [12]. Program dinamis dibagi menjadi dua yaitu program dinamis deterministik dan program dinamis probabilistik. Penyelesaian permasalahan menggunakan program dinamis dapat dilakukan secara maju (*forward recursion equation*) dan mundur (*backward recursion equation*). Rekursif maju adalah pencarian nilai optimal dari stage awal hingga stage akhir. Sedangkan rekursif mundur adalah pencarian nilai optimal dari stage akhir menuju *stage* awal [13]. Adapun tahapan untuk menyelesaikan program dinamis ini sebagai berikut [14]:

1. Mengidentifikasi variabel masukan (S_n) adalah jumlah permintaan tiap periode, biaya variabel produksi dan biaya simpan, sehingga jumlah persediaan dari periode $i = i + 1$
2. Mengidentifikasi variable keputusan (X_n) adalah menentukan jumlah material yang akan diproduksi setiap periode (*stage*) untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$
3. Mengidentifikasi kendala-kendala perusahaan adalah terkait dengan kapasitas *warehouse*, kapasitas produksi dan batas jumlah maksimal persediaan
4. Merumuskan persamaan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$f_n^*(i) = \min[f_n(X_n I_n + X_n - S_n) + f_{n-1}^*(I_n + X_n - S_n)] \quad (5)$$

Sumber : [14]

5. Penyelesaian model dengan program dinamis

Nilai rekursif yang menentukan keputusan terbaik untuk setiap state pada tahap k memberikan keputusan terbaik untuk *state* pada tahap $k + 1$ [15]. Sehingga dapat disimpulkan formulasi rekrusif mundur (*backward*) sebagai berikut :

$$f_n(S_n, X_n) = f_{n+1}^*(S_n - X_n) + f_{n+1}^*(S_n + X_n) \quad (6)$$

Sumber : [6]

Keterangan

- N : jumlah tahap
 n : label untuk tahap sekarang ($n = 1, 2, 3, \dots, N$)
 S_n : keadaan sekarang untuk tahap n
 X_n : variable keputusan untuk tahap n
 X_n^* : nilai optimal X_n (diketahui S_n)
 $f_n(S_n, X_n)$: fungsi tahap $n, n + 1, \dots, N$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan yang pertama adalah melakukan analisa ABC (*Always Better Control*) yang bertujuan untuk mengkualifikasi material berdasarkan nilai % kebutuhan dari yang terbesar hingga terkecil. Berikut ini adalah perhitungan dari analisis ABC sebagai berikut :

1. Pipa Kotak Ms T 4 X 60 X 60
 $\% \text{ Kebutuhan} = \frac{86.712.000}{243.427.000} \times 100\% = 36 \%$
 $\% \text{ Range} = 36 \%$
 Kelompok A
2. Pipa Kotak Ms T 3 X 30 X 30
 $\% \text{ Kebutuhan} = \frac{50.300.000}{243.427.000} \times 100\% = 21 \%$
 $\% \text{ Range} = 21\% + 36\% = 57 \%$
 Kelompok A
3. As Ss 304 1 1/2'
 $\% \text{ Kebutuhan} = \frac{39.360.000}{243.427.000} \times 100\% = 16 \%$
 $\% \text{ Range} = 16\% + 57\% = 73 \%$
 Kelompok B
4. As Ss 304 3/4'
 $\% \text{ Kebutuhan} = \frac{22.555.000}{243.427.000} \times 100\% = 9 \%$
 $\% \text{ Range} = 9\% + 73\% = 82 \%$
 Kelompok B
5. As Ss 304 5/8'
 $\% \text{ Kebutuhan} = \frac{17.200.000}{243.427.000} \times 100\% = 7 \%$
 $\% \text{ Range} = 7\% + 82\% = 89 \%$
 Kelompok B
6. Pipa Kotak Ms T 4 X 50 X 50
 $\% \text{ Kebutuhan} = \frac{15.000.000}{243.427.000} \times 100\% = 6 \%$
 $\% \text{ Range} = 6\% + 89\% = 95 \%$
 Kelompok C
7. As ss 304 7/8'
 $\% \text{ Kebutuhan} = \frac{12.300.000}{243.427.000} \times 100\% = 5 \%$

% Range = 5% + 95 % = 100 %
Kelompok C

Tabel 3. Hasil data ABC

Nama Material	Qty Kebutuhan (Meter)	Harga/Meter	Harga Total	% Kebutuhan	% Range	Kelas
Pipa Kotak Ms T 4 X 60 X 60	660	Rp 131.381,82	Rp 86.712.000,00	36%	36%	A
Pipa Kotak Ms T 3 X 30 X 30	1350	Rp 37.259,26	Rp 50.300.000,00	21%	57%	A
As Ss 304 1 1/2'	96	Rp 410.000,00	Rp 39.360.000,00	16%	73%	B
As Ss 304 3/4'	163	Rp 138.374,23	Rp 22.555.000,00	9%	82%	B
As Ss 304 5/8'	240	Rp 71.666,67	Rp 17.200.000,00	7%	89%	B
Pipa Kotak Ms T 4 X 50 X 50	136	Rp 110.294,12	Rp 15.000.000,00	6%	95%	C
As Ss 304 7/8'	120	Rp 102.500,00	Rp 12.300.000,00	5%	100%	C

Hasil dari analisis ABC tersebut dicantumkan didalam tabel 2. Data Hasil ABC dengan hasil tingkat persentase tertinggi sebesar 36% pada material pipa kotak ms t4 x 60 x 60 dan persentase terendah sebesar 5% pada material as ss 304 7/8'. Setelah dilakukan analisis abc dan mendapatkan hasil persentase kumulatif kebutuhan dan mengkualifikasi kelas masing-masing, maka tahap berikutnya adalah menghitung biaya minimum menggunakan program dinamis probabilistik rekursif mundur. Selanjutnya adalah menghitung rata-rata nilai probabilitas pada biaya kebutuhan produksi :

$$= \frac{\text{jumlah nilai probability kenaikan biaya}}{12 \text{ bulan}} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{12 \text{ bulan}} \times 100\%$$

$$= 0,083 \text{ atau } 8,33\%$$

Berdasarkan hasil probabilitas , maka total biaya minimum perusahaan dapat diasumsikan sebesar $8,33\% = 0,083$. Jadi hubungan rekursif mundur untuk tiap tahap adalah sebagai berikut :

$$f_{n+1}^*(s_{n+1}) = f_{12+1}^*(s_{12+1}) = f_{13}^*(s_{13}) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } s_{13} < 86.712.000 \\ 1, & \text{untuk } s_{13} \geq 86.712.000 \end{cases}$$

Dengan tujuan fungsi adalah untuk meminimumkan biaya total persediaan kurang dari Rp 256.321.126,67, sehingga hubungan rekursif setiap tahap nya sebagai berikut :

Tabel 4. Iterasi n = 12

$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(S_{12} - X_{12}) + 0,083f_{13}^*(S_{12} + X_{12})$										
X_{12}	0	12.300.000	15.000.000	17.200.000	22.555.000	39.360.000	50.300.000	86.712.000	$f_{12}^*(S_{12})$	X_{12}^*
S_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0								0	
12.300.000	0	0							0	

15.000. 000	0	0	0							0	
17.200. 000	0	0	0	0						0	
22.555. 000	0	0	0	0	0					0	
39.360. 000	0	0	0	0	0	0				0	
50.300. 000	0	0	0	0	0	0,083	0,083			0,083	39.360.000 or 50.300.000
86.712. 0000	1	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	1	0

$$S_{12} = 50.300.000 \quad X_{12} = 39.360.000$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(S_{12} - X_{12}) + 0,083f_{13}^*(S_{12} + X_{12})$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(50.300.000 - 39.360.000) + 0,083f_{13}^*(50.300.000 + 39.360.000)$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(10.940.000) + 0,083f_{13}^*(89.660.000)$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(0) + 0,083f_{13}^*(1)$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917(0) + 0,083(1)$$

$$= 0,083$$

$$S_{12} = 50.300.000 \quad X_{12} = 50.300.000$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(S_{12} - X_{12}) + 0,083f_{13}^*(S_{12} + X_{12})$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(50.300.000 - 50.300.000) + 0,083f_{13}^*(50.300.000 + 50.300.000)$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(0) + 0,083f_{13}^*(100.600.000)$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917f_{13}^*(0) + 0,083f_{13}^*(1)$$

$$f_{12}(S_{12}, X_{12}) = 0,917(0) + 0,083(1)$$

$$= 0,083$$

Pada iterasi $n = 12$ dapat disimpulkan bahwa perhitungan tersebut menghasilkan batasan fungsi baru yang diambil dari $f_{12}^*(S_{12})$ nilai yang paling tinggi adalah 0,083 dengan $range > 39.360.00$ sampai $> 50.300.000$. Sehingga batasan tersebut dapat digunakan untuk melakukan perhitungan iterasi selanjutnya.

Tabel 5. Iterasi $n = 11$

$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(S_{11} - X_{11}) + 0,083f_{12}^*(S_{11} + X_{11})$											
	X_{11}	0	12.300. 000	15.000. 000	17.200. 000	22.555. 000	39.360. 000	50.300. 000	86.712. 000	$f_{11}^*(S_{11})$	X_{11}^*
	0	0								0	
	12.300. 000	0	0							0	
	15.000. 000	0	0	0						0	
	17.200. 000	0	0	0	0					0	
	22.555. 000	0	0	0	0,166	0,166				0,166	17.200 .000 or

										22.555.000
39.360.000	0,242	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166			0,166	0
50.300.000	0,242	0,166	0,166	0,166	0,166	0,083	0,083		0,083	0
86.712.0000	1	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,083	0,083	1	0

$$S_{11} = 22.555.000 \quad X_{11} = 17.200.000$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(S_{11} - X_{11}) + 0,083f_{12}^*(S_{11} + X_{11})$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(22.555.000 - 17.200.000) + 0,083f_{12}^*(22.555.000 + 17.200.000)$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(5.355.000) + 0,083f_{12}^*(39.755.000)$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(0) + 0,083f_{12}^*(0,083)$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917(0) + 0,083(0,083)$$

$$= 0,166$$

$$S_{11} = 22.555.000 \quad X_{11} = 22.555.000$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(S_{11} - X_{11}) + 0,083f_{12}^*(S_{11} + X_{11})$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(22.555.000 - 22.555.000) + 0,083f_{12}^*(22.555.000 + 22.555.000)$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(0) + 0,083f_{12}^*(45.110.000)$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917f_{12}^*(0) + 0,083f_{12}^*(0,083)$$

$$f_{11}(S_{11}, X_{11}) = 0,917(0) + 0,083(0,083)$$

$$= 0,166$$

Pada iterasi n = 11 dapat disimpulkan bahwa perhitungan tersebut menghasilkan batasan fungsi baru yang diambil dari $f_{11}^*(S_{11})$ nilai yang paling tinggi adalah 0,166 dengan *range* > 17.200.00 sampai < 22.555.000. Sehingga batasan tersebut dapat digunakan untuk melakukan perhitungan iterasi selanjutnya.

Tabel 6. Iterasi n = 10

		$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(S_{10} - X_{10}) + 0,083f_{11}^*(S_{10} + X_{10})$							$f_{10}^*(S_{10})$	X_{10}^*	
S_{10}	X_{10}	0	12.300.000	15.000.000	17.200.000	22.555.000	39.360.000	50.300.000	86.712.000		
0	0									0	
12.300.000	0	0,013								0,013	12.300.000
15.000.000	0	0,013	0,013							0,013	12.300.000 or 15.000.000
17.200.000	0,163	0,013	0,166	0,166						0,166	15.000.000 or 17.200.000
22.555.000	0,166	0,318	0,318	0,318	0,166					0,318	12.300.000 or 15.000.000 or

											17.200.000
											12.300.000 or 15.000.000 or 17.200.000 or 22.555.000
39.360.000	0,166	0,318	0,318	0,318	0,318	0,166			0,318		12.300.000 or 15.000.000 or 17.200.000
50.300.000	0,242	0,318	0,318	0,318	0,166	0,083	0,083		0,318		15.000.000 or 17.200.000
86.712.0000	1	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,235	0,083	1	0	

$$S_{10} = 15.000.000$$

$$X_{10} = 12.300.000$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(S_{10} - X_{10}) + 0,083f_{11}^*(S_{10} + X_{10})$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(15.000.000 - 12.300.000) + 0,083f_{11}^*(15.000.000 + 12.300.000)$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(2.700.000) + 0,083f_{11}^*(27.300.000)$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(0) + 0,083f_{11}^*(0,166)$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917(0) + 0,083(0,166)$$

$$= 0,013$$

$$S_{10} = 15.000.000$$

$$X_{10} = 15.000.000$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(S_{10} - X_{10}) + 0,083f_{11}^*(S_{10} + X_{10})$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(15.000.000 - 15.000.000) + 0,083f_{11}^*(15.000.000 + 15.000.000)$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(0) + 0,083f_{11}^*(30.000.000)$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917f_{11}^*(0) + 0,083f_{11}^*(0,166)$$

$$f_{10}(S_{10}, X_{10}) = 0,917(0) + 0,083(0,166)$$

$$= 0,013$$

Pada iterasi $n = 10$ dapat disimpulkan bahwa perhitungan tersebut menghasilkan batasan fungsi baru yang diambil dari $f_{10}^*(S_{10})$ nilai yang paling tinggi adalah 0,013 dengan $range > 12.300.00$ sampai $< 17.200.00$. Sehingga batasan tersebut dapat digunakan untuk melakukan perhitungan iterasi selanjutnya

Tabel 7. Iterasi $n = 9$

$f_9(S_9, X_9) = 0,917f_{10}^*(S_9 - X_9) + 0,083f_{10}^*(S_9 + X_9)$											
	X_9	0	12.300.000	15.000.000	17.200.000	22.555.000	39.360.000	50.300.000	86.712.000	$f_9^*(S_9)$	X_9^*
S_9											
	0	0									
	12.300.000	0,013	0,013							0,013	0 or 12.300.000

15.000.000	0,013	0,013	0,013					0,013	0 or 12.300 .000 or 15.000 .000	
17.200.000	0,013	0,013	0,013	0,013				0,013	0 or 12.300 .000 or 15.000 .000 or 17.200 .000	
22.555.000	0,165	0,013	0,013	0,006	0,006			0,165	0	
39.360.000	0,165	0,158	0,158	0,158	0,018	0,083		0,165	0	
50.300.000	0,242	0,318	0,318	0,318	0,318	0,083	0,083	0,318	12.300 .000 or 15.000 .000 or 17.200 .000 or 22.555 .000	
86.712.000	1	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,235	0,083	1	0

Pada iterasi $n = 9$ dapat disimpulkan bahwa perhitungan tersebut menghasilkan batasan fungsi baru yang diambil dari $f_9^*(S_9)$ nilai yang paling tinggi adalah 0,318 dengan nilai $> 22.555.000$. Dan pada iterasi $n = 9$ semua nilai kebutuhan sudah terpenuhi atau optimal dan menjadi iterasi terakhir.

Dari pengolahan data yang pertama menggunakan analisa ABC (*Always Better Control*) yang bertujuan mengelompokkan material berdasarkan persentase kebutuhan material dari yang tertinggi hingga terendah. Sehingga dapat diketahui hasil persentase kebutuhan material sebagai tolak ukur prioritas dalam perencanaan pengadaan material yang akan datang. Hasil dari analisa ABC pada penelitian ini yaitu pipa kotak ms t 4 x 60 x 60 dengan hasil persentase tertinggi sebesar 36% dengan kelas A, pipa kotak ms t 3 x 30 x 30 sebesar 21% dengan kelas A, as ss 304 1 1/2' sebesar 16% kelas B, as ss 304 3/4' sebesar 9% kelas B, as ss 304 5/8' sebesar 7% kelas B, pipa kotak ms t 4 x 50 x 50 sebesar 6% kelas C, as ss 304 7/8' sebesar 5% kelas C. Hasil persentase kebutuhan pada analisis ABC menunjukkan tingkat kebutuhan produksi yang tinggi dan harga material yang tinggi. Setelah diketahui hasil dari persentase kebutuhan material dari analisa ABC selanjutnya adalah pengolahan data menggunakan program dinamis. Program dinamis pada penelitian ini menggunakan probabilitas rekursif mundur (*bakward*). Perhitungan dimulai dengan menentukan nilai rata-rata probabilitas yang bertujuan untuk mencari nilai bulat atau satu, sehingga perhitungan dapat dikatakan optimal ketika nilai probabilitas sudah mencapai nilai bulat atau satu. Penelitian ini menggunakan data 12 bulan, sehingga iterasi dimulai dari tahap ke $n-12$ sampai tahap ke $n-1$ dan nilai rata-rata probabilitasnya adalah 0,083 atau 8,33% dengan batas fungsi selama 12 bulan sebesar 86.712.000.

Penelitian ini dilakukan dari perhitungan iterasi ke $n-12$ menghasilkan batasan fungsi sebesar 0,083 dengan range . 39.360 - $< 86.712.000$. 166. Pada iterasi ke $n-11$ menghasilkan batasan fungsi sebesar 0,166 dengan range $> 17.200.00$ sampai $< 22.555.000$. Iterasi ke $n-10$ menghasilkan batasan fungsi sebesar 0,013 dengan range $> 12.300.00$ sampai $< 17.200.00$. Iterasi ke $n-9$ menghasilkan batasan fungsi sebesar 0,318 dengan nilai $> 22.555.000$. Pada iterasi ke $n-9$

ini semua kebutuhan sudah terpenuhi dan optimal. Sehingga tahap ke n-9 menghasilkan nilai akhir sebesar Rp 22.555.000 yang menjadi nilai biaya minimum untuk persediaan material.

IV. SIMPULAN

a. Kesimpulan

Hasil penelitian yang diperoleh dari analisis ABC (*Always Better Control*) adalah data persentase kebutuhan tertinggi hingga terendah sebagai skala prioritas kebutuhan material yaitu pipa kotak ms t 4 x 60 x 60 dengan hasil persentase tertinggi sebesar 36% dengan kelas A, pipa kotak ms t 3 x 30 x 30 sebesar 21% dengan kelas A, as ss 304 1 ½' sebesar 16% kelas B, as ss 304 ¾' sebesar 9% kelas B, as ss 304 5/8' sebesar 7% kelas B, pipa kotak ms t 4 x 50 x 50 sebesar 6% kelas C, as ss 304 7/8' sebesar 5% kelas C. Hasil persentase kebutuhan pada analisis ABC menunjukkan tingkat kebutuhan produksi yang tinggi dan harga material yang tinggi. Dan program dinamis probabilistik rekursif mundur (*backward*) menghasilkan biaya minimum sebesar Rp 22.555.000 dalam jangka waktu 12 bulan dengan nilai probabilistik sebesar 8,33%. Pada analisis tersebut ditunjukkan bahwa $n = 12$, namun pada pengerjaan rekursif mundur (*backward*) sebanyak 9 tahap. Hal ini terjadi dikarenakan pada tahap $n = 9$ sudah optimal, sehingga ketika iterasi dilanjutkan akan menghasilkan tabel yang sama.

b. Saran

Pada penelitian metode ABC (*Always Better Control*) dan program dinamis probabilistik rekursif mundur (*backward*) memiliki kelemahan pada lama pengerjaan pengolahan data. Ketelitian dalam perhitungan iterasi berdasarkan fungsi saat ini dan sebelumnya harus teliti dan benar. Jika salah memasukkan fungsi pada iterasi dapat menghasilkan nilai 0 dan tidak dapat memenuhi kebutuhan pada iterasi. Dan disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode lain.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada PT. Weiss Tech yang telah memberikan kesempatan dan izin untuk melaksanakan penelitian di lingkungan perusahaan dan Universitas Muhammadiyah Sidorajo yang telah menjembatani penelitian ini.

VI. REFERENSI

- [1] R. H. A. Tanisri and E. Rye, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Roda Caster Menggunakan Metode Mrp (Material Requirement Planning) Di Cv Karya Teknik Makmur," *Jurnal Inkofar*, vol. 6, no. 1, pp. 52–60, 2022, doi: 10.46846/jumalinkofar.v6i1.216.
- [2] E. Fatma, "Perencanaan Persediaan Komponen Pada Perusahaan Original Equipment Manufacturer Menggunakan Metode Persediaan Deterministik Dinamis," *Spektrum Industri*, vol. 17, no. 1, p. 23, 2019, doi: 10.12928/si.v17i1.9354.
- [3] F. Tomigolung, "Penerapan Metode EOQ Dan Metode Analisis ABC Pada Persediaan Material Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Perumahan Puri Kelapa Gading Minahasa Utara)," *TEKNO*, vol. 20, pp. 1227–1232, 2022.
- [4] R. Fadhli, S. Suherman, M. I. H. Umam, A. Anwardi, M. Nur, and N. Nazaruddin, "Analisis Persediaan Pupuk Anorganik dan Organik Menggunakan Metode Pemrograman Dinamis," *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 6, no. 1, pp. 44–52, 2023, doi: 10.31539/intecom.v6i1.5394.
- [5] J. Sains and D. Seni Its, "928X Print) A85," 2022.
- [6] R. T. Kusumah and A. Ilmaniati, "Optimasi Persediaan Pupuk Non-Subsidi Menggunakan Program Dinamis Model Inventory (UD. Barokah)," *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, vol. 3, no. 2, p. 67, 2020, doi: 10.35194/jmtsi.v3i2.767.
- [7] V. N. Oktavianty and T. Sukmono, "OPTIMALISASI PENENTUAN BIAYA MINIMUM PADA PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN MENGGUNAKAN METODE DYNAMIC PROGRAMMING (STUDI KASUS DI PT. XYZ)," *Spektrum Industri*, vol. 18, no. 1, p. 15, May 2020, doi: 10.12928/si.v18i1.10972.
- [8] K. Saputra, M. Marsudi, and Y. Maulana, "ANALISIS PERSEDIAAN OBAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE ABC DAN ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) DI PT. DAYA MUDA AGUNG," *JURNAL JIEOM*, vol. 04, pp. 46–52, Nov. 2021.
- [9] L. Simbolon, *Pengendalian Persediaan*. 2021.
- [10] I. Purnama, "Usulan Perancangan dan Pengendalian Persediaan dengan Metode Algoritma Wagner Within dan ABC Analisis," *Scientific Journal of Industrial Engineering*, vol. 3, pp. 42–46, 2022.

- [11] A. Fauzan and Samsul Ma'rif, "Analisa Pengendalian Persediaan Suku Cadang Di Area Workshop Pada Pt. Xyz Dengan Metode Analisis Abc," *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 1, no. 2, pp. 84–90, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i2.72.
- [12] A. S. Slamet, D. Manajemen, E. K. Dianti, and D. Manajemen, "Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Kemasan dengan Metode Program Dinamis Algoritma Wagner Within Packing Material Inventory Optimization with Dynamic Program Method Wagner Within Algorithm," vol. 13, no. 3, pp. 213–232, 2022, doi: 10.29244/jmo.v13i3.37717.
- [13] A. N. Rizky, "Program Dinamik Pada Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan PT Ganesha Abaditama," *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, vol. 3, no. 1, pp. 14–18, 2021, doi: 10.30998/joti.v3i1.6477.
- [14] E. Rachma, "Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik Di PT X," *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, vol. 2, pp. 36–42, 2020.
- [15] A. Harefa, D. E. Sirait, and C. V. R. Sinaga, "Analisis Pengendalian dan Pengoptimalan Biaya Persediaan Barang Dagang Menggunakan Program Dinamik Deterministik Pada PT. Rajawali Nusindo Cabang Pematangsiantar," *JURNAL PEMBELAJARAN DAN MATEMATIKA SIGMA (JPMS)*, vol. 8, no. 2, pp. 372–383, Nov. 2022, doi: 10.36987/jpms.v8i2.3305.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.