

Production Plan Analysis in PT. ALP Petro Industry Through Goal Programming Method

[Analisa Perencanaan Produksi pada PT. ALP Petro Industry Melalui Metode Goal Programming]

Rachmad Deyan Caraka¹⁾, Tedjo Sukmono²⁾

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

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

*Email Penulis Korespondensi : tedjoss@umsida.ac.id

Abstract. *PT. ALP Petro Industry frequently encountered with production planning problems. By looking at production data for the period January to December 2021, experienced fluctuations, which will cause swelling in production capacity, as well as a buildup of finished products in the finished product warehouse. The total product produced was 6390277.50 kg. This research aims to determine the results of the quantities that will be produced in the next 1 year period by creating a production planning model, so that production results and working time can be optimized. The methods used are the Double Exponential Smoothing Method, the Triple Exponential Smoothing Method and the Goal Programming Method assisted by LINGO software, with results obtained from forecasting results for the period January to December 2022 using the equation $F_{t+m} = 12410,03 + 3,14(m)$ were 6922139,63 kg, with a total working time used of 98153 minutes or 1636 hours.*

Keywords – *Goal Programming Method; Double Exponential Smoothing Method; Triple Exponential Smoothing Method; Oil; Forecasting*

Abstrak. *PT. ALP Petro Industry sering dihadapkan dengan masalah perencanaan produksi. Dengan melihat data hasil produksi pada periode Januari sampai Desember 2021 mengalami fluktuasi, yang dimana akan menimbulkan pembengkakan kapasitas produksi, serta penumpukan finished product di gudang finished product. Total produk yang dihasilkan adalah 6390277,50 kg. Penelitian ini bertujuan mengetahui hasil jumlah yang akan diproduksi pada periode 1 tahun kedepan dengan melakukan pembuatan model perencanaan produksi, agar hasil produksi dan waktu kerja bisa dioptimalkan. Metode yang digunakan adalah Metode Double Exponential Smoothing, Metode Triple Exponential Smoothing dan Metode Goal Programming dibantu dengan software LINGO, dengan hasil yang didapatkan dari hasil peramalan periode Januari hingga Desember 2022 menggunakan persamaan $F_{t+m} = 12410,03 + 3,14(m)$ adalah 6922139,63 kg, dengan total waktu kerja terpakai 98153 menit atau 1636 jam.*

Kata Kunci – *Metode Goal Programming; Metode Double Exponential Smoothing; Metode Triple Exponential Smoothing; Pelumas; Peramalan*

I. PENDAHULUAN

Pada periode tahun 2021, PT. ALP Petro Industry, dihadapkan dengan permasalahan pada hasil produksi yang mengalami fluktuasi penurunan signifikan pada bulan April hingga bulan Mei, dan lonjakan produksi pada bulan Juni hingga Juli. Data hasil produksi periode tahun 2021. Pada bulan April, menunjukkan hasil produksi perusahaan sebanyak 581781,43 kg, dan di bulan Mei sebanyak 306586,04 kg, kemudian mengalami lonjakan pada bulan Juni sebanyak 468085,37 kg, dan di bulan Juli sebanyak 627466,73 kg. Jumlah kapasitas produksi yang tidak seimbang menimbulkan masalah bagi perusahaan, misalnya jumlah produk yang dihasilkan lebih banyak daripada permintaan hal ini mengakibatkan, pembengkakan biaya produksi, dan terjadinya penumpukan pada gudang *finished product*, dan apabila produk yang dihasilkan lebih sedikit menimbulkan tidak terpenuhinya permintaan konsumen.

Pelumas (*Lubricants*)

Pelumas merupakan cairan kental yang digunakan sebagai pelumas, pelindung dan bahan pembersih dibagian-bagian mesin [1]. Pelumas juga merupakan suatu zat kimia cair, yang memiliki kadar kekentalan tertentu, digunakan pada dua bahan bergerak, dengan bertujuan mengurangi gaya gesek pada mesin dan mengurangi tingkat keausan pada mesin. Pelumas (*lubricants*) digunakan pada mesin dengan tujuan sebagai pendingin, peredam getaran mesin, membawa kotoran pada motor bakar, disamping itu juga, mesin bisa bekerja dengan optimal, dan dalam jangka waktu yang lama [2].

Perencanaan Produksi

Dalam mengoptimalkan pada aktifitas produksi suatu perusahaan perlu adanya perencanaan produksi yang sangat matang. Perencanaan produksi berhubungan pada penentuan skala atau *volume*, ketepatan waktu, utilisasi kapasitas

produksi, dan pemerataan beban. Perencanaan produksi juga dilakukan dengan didasarkan pada data-data aktifitas produksi masa lalu [3]. Perencanaan produksi juga merupakan upaya perusahaan dalam memberi arahan dari sistem produksi secara sistem yang terkontrol dan juga komprehensif, agar dapat mendapatkan hasil yang efektif dan efisien [4].

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil jumlah yang diproduksi pada periode 1 tahun kedepan dengan melakukan pembuatan model perencanaan produksi, agar hasil produksi dan waktu kerja bisa dioptimalkan. Metode yang digunakan adalah. Metode *Double Exponential Smoothing*, Metode *Triple Exponential Smoothing* dan Metode *Goal Programming* dibantu dengan *software LINGO*.

II. METODE

Pada penelitian analisa perencanaan produksi pada PT. ALP Petro *Industry* dimulai dengan melakukan analisa dari data yang diperoleh dari perusahaan di bagian *Blending Plant*. Variabel yang digunakan produksi pada produk *Oil A 20 LT*, *Oil A 200 LT*, *Oil A 1000 LT*, *Oil B 20 LT*, *Oil B 200 LT*. Beberapa tahap langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan adalah :

Metode *Exponential Smoothing*

Exponential smoothing method atau metode *exponential smoothing*, suatu model yang mengasumsikan bahwasannya mempunyai fluktuasi data yang dinilai mempunyai kestabilan yang cukup [5]. Metode ini juga, merupakan suatu metode yang dilakukan dengan adanya pemulusan. Metode ini banyak ditemukan dengan adanya nilai dari konstanta pemulusannya, dimana nilainya akan mempengaruhi tentang peramalan [6]. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$S_t' = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}' [6]$$

Dimana : S_t' = Nilai peramalan dari metode *exponential smoothing*.
 X_t = Data *actual* pada periode ke-t.
 α = Parameter pemulusan yang digunakan, dimana parameter yang digunakan 0,1 – 0,9.

Metode *Double Exponential Smoothing*

Metode *Double exponential smoothing*, diperkenalkan oleh *Brown's*, dengan ketentuan a sebagai parameter berada pada antara nilai 0 dan 1 [7]. Metode ini juga digunakan sebagai pembeda antara data yang ada dengan hasil nilai prediksi pada suatu *trend* dalam plotnya [8]. Dalam melewati proses dari peramalan dengan menggunakan data *trend*, dengan dilakukan pemulusan sebanyak dua kali [9]. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$S_t'' = \alpha S_t' + (1 - \alpha)S_{t-1}'' [9]$$

$$a_t = 2S_t' - S_t'' [9]$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S_t' - S_t'') [9]$$

$$(F_{t+m}) = a_t + b_t m [9]$$

Dimana : S_t' = Nilai peramalan dari metode *exponential smoothing*.
 S_t'' = Nilai peramalan dari metode *double exponential smoothing*.
 α = Parameter pemulusan yang digunakan, dimana parameter yang digunakan 0,1 – 0,9.
 a_t = Nilai pada konstanta pemulusan periode ke -t.
 b_t = Nilai pada *trend* pemulusan periode ke -t.
 F_{t+m} = Nilai dari peramalan pada periode tertentu.
 m = Banyaknya periode yang akan diramalkan.

Metode *Triple Exponential Smoothing*

Metode *triple exponential smoothing*, merupakan metode yang menggunakan pemulusan sebanyak tiga kali [6]. Metode *triple exponential smoothing* ini juga merupakan pencarian metode selanjutnya setelah dilakukannya perhitungan pada metode *double exponential smoothing* pada sepanjang *trend* dalam plot dalam menyelaraskan komponen *trend* tersebut [10]. Adapun rumus yang akan digunakan sebagai berikut :

$$S_t''' = \alpha S_t'' + (1 - \alpha)S_{t-1}''' [10]$$

$$a_t = 3S_t' - 3S_t'' + S_t''' [10]$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6 - 5\alpha)S_t' - (10 - 8\alpha)S_t'' + (4 - 3\alpha)S_t'''] [10]$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} [S_t' - 2S_t'' + S_t'''] [10]$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2 [10]$$

Dimana : S_t' = Nilai peramalan dari metode *exponential smoothing*.
 S_t'' = Nilai peramalan dari metode *double exponential smoothing*.
 α = Parameter pemulusan yang digunakan, dimana parameter yang digunakan 0,1 – 0,9.
 a_t = Nilai pada konstanta pemulusan periode ke -t.

- b_t = Nilai pada *trend* pemulusan periode ke -t.
 c_t = Konstanta pemulusan c_t .
 F_{t+m} = Nilai dari peramalan pada periode tertentu.
 m = Banyaknya periode yang akan diramalkan.

Pengukuran Akurasi

Perhitungan tingkat keakuratan pada suatu prediksi dapat dilakukan dengan penghitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). *Mean Absolute Percentage Error*, dihitung dengan kesalahan absolut tiap periode dengan dibagi nilai observasi pada periode tersebut, dengan merata-rata kesalahan absolut tersebut [7]. Perhitungan pada MAPE juga sangat efektif ketika melakukan suatu pengukuran pada variabel prediktif ketika melakukan pengujian keakuratan suatu peramalan [11]. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan MAPE :

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{|PE_i|}{n} [7]$$

Metode Linier Programming

Metode *linear programming* merupakan suatu metode dalam bentuk matematika yang akan digunakan sebagai penentuan tingkat aktifitas yang memungkinkan dalam mencapai objek fungsi jika memiliki batasan tertentu [12]. *Linear programming* metode juga merupakan penyelesaian pada pengambilan keputusan dengan mencari fungsi dari (memaksimalkan atau meminimalisasikan) dan memasukkan kedalam model matematik pada persamaan *linear*, *linear programming* mempunyai suatu konsep dasar dalam melandasi suatu bahasan dalam metode *goal programming*. Berikut tahapan-tahapan menggunakan metode linear programming [13]:

- Menentukan variable keputusan, merupakan nilai yang ditetapkan untuk mendapatkan nilai optimalisasi yang dicapai.
- Menentukan fungsi sasaran yang akan dioptimalkan, fungsi ini adalah gabungan dari linear variable keputusan.
- Menentukan masalah yang berdasar pada keterbatasan sumber daya atau pada suatu kondisi yang mana harus terpenuhi, fungsi masalah pada dasarnya sama seperti penentuan fungsi sasaran dan merupakan fungsi pada linear variabel keputusan

Pada umumnya rumus pada metode *linear programming* dimasukkan dalam bentuk matematik, sebagai berikut :
 Minimumkan $z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ berdasarkan pada pembatas [13]:

$$\begin{aligned}
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\
 a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m \\
 x_i &\geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad [13]
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- z = Fungsi tujuan.
 c_n = Koefisien variable keputusan.
 x_n = Variable keputusan.
 m = Macam-macam batasan sumber atau fasilitas yang telah tersedia.
 n = Macam-macam kegiatan yang memakai pada sumber pada fasilitas tersebut.
 l = Nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia (1, 2, 3, ... m).
 j = Nomor setiap macam kegiatan yang memakai sumber atau fasilitas yang telah tersedia (1, 2, 3, ... n).

Metode Goal Programming

Goal programming dapat membantu perencanaan produksi dengan beberapa tujuan, model ini membutuhkan input dari sistem produksi yang ada di perusahaan untuk mendukung keputusan yang akan dihasilkan. *Goal programming* secara otomatis menangkap informasi tentang pencapaian relatif dari tujuan yang ada [14]. Metode *goal programming* juga bisa dikatakan sebagai model matematis untuk menganalisis dari suatu keputusan dengan mencari solusi persoalan dan melibatkan beberapa tujuan agar mendapat solusi yang optimal [15].

Dengan rumus seperti berikut :

Minimumkan :

$$Z = P_i(d^+ + d^-) + P_i(d^+ + d^-) + \dots + P_i(d^+ + d^-) [13]$$

Berdasarkan pembatas :

$$\sum_{i=1}^n a_i X_i + d_1^+ + d_1^- \leq Y_i [13]$$

Dimana :

- P_i = Tujuan-tujuan yang ingin dicapai.
 d^+ = Penyimpangan positif.
 d^- = Penyimpangan negatif.

Software Lingo

Perangkat lunak komprehensif yang dirancang dengan cara agar dapat membantu dalam pengoptimalan, analisa dan memecahkan masalah pada pemrograman linear dan non-linear. Perangkat lunak ini disertai dengan bahasa

permodelan optimasi yang mudah dan dapat dipahami. *Software* lingo digunakan sebagai pengoptimalan dan sebagai hasil pembandingan [16].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

1. Data Produksi Tahun 2021

Data hasil produksi ini mengacu pada dokumen arsip perusahaan pada *Blending Plant*, sebagai nilai penentuan peramalan jumlah produksi pada periode satu tahun ke depan, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Produksi 2021

Month Product Name	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Total
Oil A 20 LT	12588,09	4789,75	21025,84	11100,97	9095,66	8185,36	18265,40	11044,68	10889,55	8406,34	18149,95	11905,39	145446,98
Oil A 200 LT	459915,78	397220,76	389238,98	505904,10	201079,58	378271,80	463478,68	511860,86	513170,20	525723,46	480711,96	428532,64	5255108,80
Oil A 1000 LT	23458,30	42216,60	28751,90	39376,90	23861,60	57216,90	83736,70	54053,20	11264,50	24215,00	26860,60	33852,70	448864,90
Oil B 20 LT	4698,65	8645,00	7989,45	6543,56	45697,60	6943,02	8627,71	17194,00	17242,00	35167,20	6543,40	8401,54	173693,13
Oil B 200 LT	1033,08	25477,94	19497,02	18855,90	26851,60	17468,29	53358,24	31973,26	28522,80	51078,26	50149,88	42897,42	367163,69
TOTAL	501693,90	478350,05	466503,19	581781,43	306586,04	468085,37	627466,73	626126,00	581089,05	644590,26	582415,79	525589,69	6390277,50

2. Data Kecepatan Produksi

Kecepatan produksi yang telah terukur dan digunakan sebagai ketetapan dari mesin-mesin yang digunakan, oleh karena itu, tidak diperlukan perhitungan secara manual. Data kecepatan produksi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Kecepatan Produksi

Produk	Kecepatan Produksi (kg/jam)
Oil A 20 LT	885,00
Oil A 200 LT	6673,08
Oil A 1000 LT	8500,00
Oil B 20 LT	885,00
Oil B 200 LT	6673,08

3. Data Jam Kerja Tersedia

PT. ALP Petro *Industry* menerapkan sistem dua *shift*. Jam kerja pada karyawan dalam satu *shift* adalah 6,5 jam waktu efektif kerja, 1 jam waktu istirahat, dan 30 menit *breaktime*, dalam 5 hari kerja. Data jam kerja tersedia dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Jam Kerja Tersedia

Bulan	Hari Kerja	Jam Kerja Tersedia (Jam)	Jam Kerja Tersedia (Menit)
Januari 2021	18	234	14040
Februari 2021	19	247	14820
Maret 2021	22	286	17160
April 2021	20	260	15600
Mei 2021	15	195	11700
Juni 2021	20	260	15600
Juli 2021	21	273	16380
Agustus 2021	20	260	15600
September 2021	22	286	17160
Oktober 2021	20	260	15600
November 2021	22	286	17160
Desember 2021	23	299	17940

B. Pengolahan Data

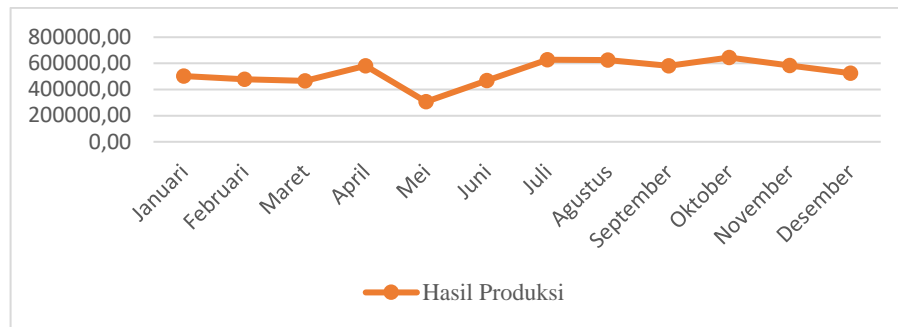
1. Peramalan Hasil Produksi Untuk Tahun 2022

a. Definisi tujuan peramalan

Peramalan ini digunakan untuk meramal hasil atau *output* produksi dalam setiap produk dalam periode satu tahun berikutnya.

b. Membuat Diagram Pencar

Hal ini ditunjukkan *trend data* di masa lalu, yang digunakan sebagai acuan pemilihan metode peramalan terbaik. Diagram pencar untuk produksi di tahun 2021.



Gambar 1. Grafik Hasil Produksi Tahun 2021

c. Pemilihan Metode Peramalan

Hal ini ditujukan Mengacu pola data dari diagram pencar diatas, dapat diperoleh beberapa metode alternatif yang bisa digunakan pada peramalan ini, sebagai berikut :

Agar lebih fokus dalam melakukan penelitian ini, maka dilakukan pembatasan pokok permasalahan, yaitu :

- Double Exponential Smoothing Method*
- Triple Exponential Smoothing Method*

2. Analisis Data dengan *Double Exponential Smoothing Method*.

Double Exponential Smoothing Method, merupakan peramalan yang dilakukan dengan dua kali pemulusan dan akan dilakukan peramalan setelahnya. Sebelum pemulusan dilakukan, harus ditentukan terlebih dahulu nilai parameter pemulusan atau α yang besarnya $0 < \alpha < 1$, dengan pencarian *trial and error* dan akan dipilih berdasarkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang paling kecil nilainya.

a. Penentuan nilai *smoothing* (pemulusan) pertama (S')

Langkah pertama yang dilakukan perhitungan *smoothing* (pemulusan), *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,1$ sebagai nilai parameter, maka digunakanlah persamaan berikut :

$$S'_t = \alpha X_1 + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

- Untuk $t = 1$ (*Oil A 200 LT*, Bulan Januari 2021)
- Untuk $t = 1$ dengan nilai S' sama dengan $S' = X_1$ sebesar 12588,09 kg.
- Untuk $t = 2$ (*Oil A 200 LT*, Bulan Februari 2021)

$$\begin{aligned} S'_2 &= (0,1 \times X_2) + (1 - 0,1)S'_1 \\ &= (0,1 \times 4789,75) + (1 - 0,1) \times 12588,09 \\ &= 11808,26 \end{aligned}$$

- Untuk $t = 3$ (*Oil A 200 LT*, Bulan Maret 2021)

$$\begin{aligned} S'_3 &= (0,1 \times X_3) + (1 - 0,1)S'_2 \\ &= (0,1 \times 21025,84) + (1 - 0,1) \times 11808,26 \\ &= 12730,01 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada *Oil B 200 LT*. Nilai pada *single exponential smoothing* parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai pada *single exponential smoothing* parameter $\alpha = 0,1$.

$\alpha = 0,1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desember, T12
<i>Oil A 20 LT</i>	12588,09	11808,26	12730,01	12567,11	12219,96	11816,50	12461,39	12319,72	12176,71	11799,67	12434,70	12381,77
<i>Oil A 200 LT</i>	459915,78	453646,28	447205,55	453075,40	427875,82	422915,42	426971,75	435460,66	443231,61	451480,80	454403,91	451816,78
<i>Oil A 1000 LT</i>	23458,30	25334,13	25675,91	27046,01	26727,57	29776,50	35172,52	37060,59	34480,98	33454,38	32795,00	32900,77
<i>Oil B 20 LT</i>	4698,65	5093,29	5382,90	5498,97	9518,83	9261,25	9197,90	9997,51	10721,96	13166,48	12504,17	12093,91
<i>Oil B 200 LT</i>	1033,08	3477,57	5079,51	6457,15	8496,60	9393,76	13790,21	15608,52	16899,95	20317,78	23300,99	25260,63

b. Penentuan nilai *smoothing* (pemulusan) kedua (S'')

Langkah pertama yang dilakukan perhitungan *smoothing* (pemulusan) dengan melakukan penghitungan *double exponential smoothing* dengan penggunaan persamaan berikut :

$$S''_t = \alpha S'_1 + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

- Untuk $t = 1$ (*Oil A 200 LT*, Bulan Januari 2021)
- Untuk $t = 1$ dengan nilai S'' sama dengan $S' = S'' = X_1$ sebesar 12588,09kg.
- Untuk $t = 2$ (*Oil A 200 LT*, Bulan Februari 2021)

$$\begin{aligned} S''_2 &= (0,1 \times S'_2) + (1 - 0,1)S''_1 \\ &= (0,1 \times 11808,26) + (1 - 0,1) \times 12588,09 \end{aligned}$$

$$= 12510,11$$

- Untuk $t = 3$ (Oil A 200 LT, Bulan Maret 2021)

$$\begin{aligned} S_3'' &= (0,1 \times S_3') + (1 - 0,1)S_2'' \\ &= (0,1 \times 12730,01) + (1 - 0,1) \times 12510,11 \\ &= 12532,10 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0.9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada *double exponential smoothing* parameter $\alpha = 0.1$, terdapat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai pada *double exponential smoothing* parameter $\alpha = 0.1$.

$\alpha = 0.1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desember, T12
Oil A 20 LT	12588,09	12510,11	12532,10	12535,60	12504,04	12435,28	12437,89	12426,08	12401,14	12340,99	12350,36	12353,50
Oil A 200 LT	459915,78	459288,83	458080,50	457579,99	454609,57	451440,16	448993,32	447640,05	447199,21	447627,37	448305,02	448656,20
Oil A 1000 LT	23458,30	23645,88	23848,89	24168,60	24424,49	24959,69	25980,98	27088,94	27828,14	28390,77	28831,19	29238,15
Oil B 20 LT	4698,65	4738,11	4802,59	4872,23	5336,89	5729,33	6076,18	6468,32	6893,68	7520,96	8019,28	8426,74
Oil B 200 LT	1033,08	1277,53	1657,73	2137,67	2773,56	3435,58	4471,05	5584,79	6716,31	8076,45	9598,91	11165,08

c. Menentukan nilai konstanta (a_t)

Setelah melakukan penghitungan pada *single exponential smoothing* dan *double exponential smoothing* maka dilanjutkan dengan mencari nilai konstanta (a_t) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$a_t = 2S_t' - S_t''$$

- Untuk $t = 1$ (Oil A 200 LT, Bulan Januari 2021)

$$\begin{aligned} a_t &= 2S_t' - S_t'' \\ &= (2 \times 12588,09) - 12588,09 \\ &= 12588,09 \end{aligned}$$

- Untuk $t = 2$ (Oil A 200 LT, Bulan Februari 2021)

$$\begin{aligned} a_t &= 2S_t' - S_t'' \\ &= (2 \times 11808,26) - 12510,11 \\ &= 11106,41 \end{aligned}$$

- Untuk $t = 3$ (Oil A 200 LT, Bulan Maret 2021)

$$\begin{aligned} a_t &= 2S_t' - S_t'' \\ &= (2 \times 12730,01) - 12532,10 \\ &= 12927,93 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0.9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada konstanta a_t parameter $\alpha = 0.1$, terdapat pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai pada konstanta a_t parameter $\alpha = 0.1$.

$\alpha = 0.1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desember, T12
Oil A 20 LT	12588,09	11106,41	12927,93	12598,62	11935,89	11197,73	12484,89	12213,37	11952,27	11258,35	12519,03	12410,03
Oil A 200 LT	459915,78	448003,73	436330,59	448570,81	401142,07	394390,68	404950,17	423281,26	439264,01	455334,23	460502,80	454977,37
Oil A 1000 LT	23458,30	27022,38	27502,93	29923,42	29030,64	34593,30	44364,06	47032,24	41133,81	38518,00	36758,82	36563,40
Oil B 20 LT	4698,65	5448,46	5963,21	6125,70	13700,77	12793,17	12319,61	13526,70	14550,23	18812,00	16989,06	15761,07
Oil B 200 LT	1033,08	5677,60	8501,30	10776,63	14219,63	15351,95	23109,38	25632,24	27083,58	32559,10	37003,07	39356,18

d. Menentukan nilai konstanta (b_t)

Setelah melakukan penghitungan pada nilai konstanta (a_t) maka dilanjutkan dengan mencari nilai konstanta (b_t) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t' - S_t'')$$

- Untuk $t = 1$ (Oil A 200 LT, Bulan Januari 2021)

$$\begin{aligned} b_t &= \frac{0,1}{1 - 0,1} (S_t' - S_t'') \\ &= \frac{0,1}{0,9} (12588,09 - 12588,09) \\ &= 0 \end{aligned}$$

- Untuk $t = 2$ (Oil A 200 LT, Bulan Februari 2021)

$$b_t = \frac{0,1}{1 - 0,1} (S_t' - S_t'')$$

$$= \frac{0,1}{0,9} (12510,11 - 11106,41)$$

$$= -77,98$$

- Untuk $t = 3$ (Oil A 200 LT, Bulan Maret 2021)

$$b_t = \frac{0,1}{1 - 0,1} (S'_t - S''_t)$$

$$= \frac{0,1}{0,9} (12532,10 - 12927,93)$$

$$= 21,99$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada konstanta b_t parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai pada konstanta b_t parameter $\alpha = 0.1$.

$\alpha = 0.1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desember, T12
Oil A 20 LT	0,00	-77,98	21,99	3,50	-31,56	-68,75	2,61	-11,82	-24,94	-60,15	9,37	3,14
Oil A 200 LT	0,00	-626,95	-1208,33	-500,51	-2970,42	-3169,42	-2446,84	-1353,27	-440,84	428,16	677,65	351,18
Oil A 1000 LT	0,00	187,58	203,00	319,71	255,90	535,20	1021,28	1107,96	739,20	562,62	440,42	406,96
Oil B 20 LT	0,00	39,46	64,48	69,64	464,66	392,44	346,86	392,13	425,36	627,28	498,32	407,46
Oil B 200 LT	0,00	244,45	380,20	479,94	635,89	662,02	1035,46	1113,75	1131,52	1360,15	1522,45	1566,17

e. Menentukan nilai peramalan (F_{t+m})

Setelah melakukan penghitungan pada nilai konstanta (a_t) dan nilai konstanta (b_t) maka dilanjutkan dengan mencari nilai peramalan (F_{t+m}) dengan dimulai pada Bulan ke-2 (Februari 2021) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(F_{t+m}) = a_t + b_t m$$

Pada Bulan Januari 2021 tidak mempunyai nilai peramalan, hal ini disebabkan, dalam penentuan nilai peramalan harus mempunyai nilai konstanta (a_t) dan nilai konstanta (b_t) periode sebelumnya :

- Untuk $t = 1$ (Oil A 200 LT, Bulan Februari 2021)

$$F_{1+1} = a_1 + (b_1 \times 1)$$

$$F_2 = 12588,09 + (0 \times 1)$$

$$F_2 = 12588,09$$

- Untuk $t = 2$ (Oil A 0.12 LT, Bulan Maret 2021)

$$F_{2+1} = a_2 + (b_2 \times 1)$$

$$F_2 = 11106,41 + (-77,98 \times 1)$$

$$F_2 = 11028,42$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada peramalan F_{t+m} parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai pada peramalan F_{t+m} parameter $\alpha = 0.1$.

$\alpha = 0.1$	Januari, T0	Februari, T1	Maret, T2	April, T3	Mei, T4	Juni, T5	Juli, T6	Agustus, T7	September, T8	Oktober, T9	November, T10	Desember, T11
Oil A 20 LT	0,00	12588,09	11028,42	12949,92	12602,12	11904,33	11128,97	12487,51	12201,55	11927,33	11198,20	12528,40
Oil A 200 LT	0,00	459915,78	447376,78	435122,27	448070,31	398171,65	391221,26	402503,33	421928,00	438823,17	455762,38	461180,46
Oil A 1000 LT	0,00	23458,30	27209,96	27705,93	30243,13	29286,53	35128,50	45385,34	48140,20	41873,02	39080,62	37199,24
Oil B 20 LT	0,00	4698,65	5487,92	6027,69	6195,34	14165,43	13185,61	12666,47	13918,83	14975,60	19439,28	17487,38
Oil B 200 LT	0,00	1033,08	5922,05	8881,49	11256,57	14855,52	16013,97	24144,84	26745,99	28215,10	33919,25	38525,52

3. Analisis Data dengan Triple Exponential Smoothing Method.

Triple Exponential Smoothing Method, merupakan peramalan yang dilakukan dengan tiga kali pemulusan dan akan dilakukan peramalan setelahnya.

a. Penentuan nilai *smoothing* (pemulusan) ketiga

Langkah pertama yang dilakukan perhitungan *smoothing* (pemulusan) ketiga dengan menggunakan nilai parameter $\alpha = 0,1$ kemudian menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S_t''' = \alpha S_t'' + (1 - \alpha) S_{t-1}'''$$

- Untuk $t = 1$ (Oil A 200 LT, Bulan Januari 2021)
- Untuk $t = 1$ dengan nilai S''' sama dengan $S' = S'' = S''' = X_1$ sebesar 12588,09kg.
- Untuk $t = 2$ (Oil A 200 LT, Bulan Februari 2021)

$$S_2''' = \alpha S_2'' + (1 - \alpha) S_1'''$$

$$= (0,1 \times 12510,11) + (1 - 0,1) \times 12588,09$$

$$= 12580,29$$

- Untuk $t = 3$ (Oil A 200 LT, Bulan Maret 2021)

$$S_3''' = \alpha S_3'' + (1 - \alpha) S_2'''$$

$$= (0,1 \times 12532,10) + (1 - 0,1) \times 12580,29$$

$$= 12575,47$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada *triple exponential smoothing* parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 9.

Tabel 9. Nilai pada *triple exponential smoothing* parameter $\alpha = 0,1$.

$\alpha = 0,1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desmber, T12
Oil A 20 LT	12588,09	12580,29	12575,47	12571,48	12564,74	12551,79	12540,40	12528,97	12516,19	12498,67	12483,84	12470,80
Oil A 200 LT	459915,78	459853,08	459675,83	459466,24	458980,58	458226,53	457303,21	456336,90	455423,13	454643,55	454009,70	453474,35
Oil A 1000 LT	23458,30	23477,06	23514,24	23579,68	23664,16	23793,71	24012,44	24320,09	24670,89	25042,88	25421,71	25803,36
Oil B 20 LT	4698,65	4702,60	4712,60	4728,56	4789,39	4883,39	5002,67	5149,23	5323,68	5543,40	5790,99	6054,57
Oil B 200 LT	1033,08	1057,52	1117,55	1219,56	1374,96	1581,02	1870,02	2241,50	2688,98	3227,73	3864,85	4594,87

b. Menentukan nilai konstanta (a_t)

Setelah melakukan penghitungan pada *triple exponential smoothing* maka dilanjutkan dengan mencari nilai konstanta (a_t) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$a_t = 3S_t' - 3S_t'' + S_t'''$$

- Untuk $t = 1$ (Oil A 200 LT, Bulan Januari 2021)

$$a_1 = 3S_1' - 3S_1'' + S_1'''$$

$$= (3 \times 12588,09) - (3 \times 12588,09) + 12588,09$$

$$= 12588,09$$

- Untuk $t = 2$ (Oil A 200 LT, Bulan Februari 2021)

$$a_2 = 3S_2' - 3S_2'' + S_2'''$$

$$= (3 \times 11808,26) - (3 \times 12510,11) + 12580,29$$

$$= 10474,74$$

- Untuk $t = 3$ (Oil A 200 LT, Bulan Maret 2021)

$$a_3 = 3S_3' - 3S_3'' + S_3'''$$

$$= (3 \times 12730,01) - (3 \times 12532,10) + 12575,47$$

$$= 13169,23$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada konstanta a_t parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 10.

Tabel 10. Nilai pada konstanta a_t parameter $\alpha = 0,1$.

$\alpha = 0,1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desmber, T12
Oil A 20 LT	12588,09	10474,74	13169,22	12666,02	11712,53	10695,46	12610,91	12209,91	11842,89	10874,70	12736,84	12555,59
Oil A 200 LT	459915,78	442925,43	427050,97	445952,48	378779,32	372652,31	391238,49	419798,71	443520,34	466203,84	472306,37	462956,11
Oil A 1000 LT	23458,30	28541,80	28995,31	32211,90	30573,37	38244,13	51587,06	54235,04	44629,40	40233,72	37313,15	36791,23
Oil B 20 LT	4698,65	5768,11	6453,52	6608,77	17335,21	15479,16	14367,80	15736,80	16808,50	22479,97	19245,67	17056,06
Oil B 200 LT	1033,08	7657,64	11382,90	14178,00	18544,06	19455,57	29827,52	32312,67	33239,89	39951,69	44971,08	46881,52

c. Menentukan nilai konstanta (b_t)

Setelah melakukan penghitungan pada nilai konstanta (a_t) maka dilanjutkan dengan mencari nilai konstanta (b_t) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [(6 - 5\alpha)S_t' - (10 - 8\alpha)S_t'' + (4 - 3\alpha)S_t''']$$

- Untuk $t = 1$ (Oil A 200 LT, Bulan Januari 2021)

$$b_1 = \frac{0,1}{2(1 - 0,1)^2} [(6 - 5 \times 0,1)12588,09 - (10 - 8 \times 0,1)12588,09 + (4 - 3 \times 0,1)12588,09]$$

$$= 0$$

- Untuk $t = 2$ (Oil A 200 LT, Bulan Februari 2021)

$$b_2 = \frac{0,1}{2(1 - 0,1)^2} [(6 - 5 \times 0,1)11808,26 - (10 - 8 \times 0,1)12510,11 + (4 - 3 \times 0,1)12580,29]$$

$$= -222,25$$

- Untuk $t = 3$ (Oil A 200 LT, Bulan Maret 2021)

$$b_3 = \frac{0,1}{2(1-0,1)^2} [(6-5 \times 0,1)12730,01 - (10-8 \times 0,1)12532,10 + (4-3 \times 0,1)12575,47]$$

$$= 77,10$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada konstanta b_t parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 11.

Tabel 11. Nilai pada konstanta b_t parameter $\alpha = 0.1$.

$\alpha = 0.1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desember, T12
Oil A 20 LT	0,00	-222,25	77,10	18,89	-82,58	-183,47	31,39	-12,61	-49,92	-147,77	59,12	36,39
Oil A 200 LT	0,00	-1786,81	-3327,75	-1098,53	-8077,96	-8134,35	-5578,52	-2148,66	531,28	2910,73	3373,53	2173,48
Oil A 1000 LT	0,00	534,61	543,85	842,39	608,25	1369,03	2670,98	2753,04	1537,58	954,49	567,03	458,99
Oil B 20 LT	0,00	112,47	176,46	179,97	1294,75	1005,90	814,65	896,91	941,14	1465,03	1013,72	703,23
Oil B 200 LT	0,00	696,68	1038,34	1256,80	1623,57	1599,27	2569,85	2639,52	2537,59	3048,58	3342,31	3284,92

d. Menentukan nilai konstanta (c_t)

Setelah melakukan penghitungan pada nilai konstanta (a_t) dan nilai konstanta (b_t) maka dilanjutkan dengan mencari nilai konstanta (c_t), menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} [S'_t - 2S''_t + S'''_t]$$

- Untuk $t = 1$ (Oil A 200 LT, Bulan Januari 2021)

$$c_1 = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} [S'_1 - 2S''_1 + S'''_1]$$

$$c_1 = \frac{(0,1)^2}{(1-0,1)^2} [12588,09 - (2 \times 12588,09 + 12588,09)]$$

$$= 0$$

- Untuk $t = 2$ (Oil A 200 LT, Bulan Februari 2021)

$$c_2 = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} [S'_2 - 2S''_2 + S'''_2]$$

$$c_2 = \frac{(0,1)^2}{(1-0,1)^2} [11808,26 - (2 \times 12510,11 + 12580,29)]$$

$$= -7,80$$

- Untuk $t = 3$ (Oil A 200 LT, Bulan Maret 2021)

$$c_3 = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} [S'_3 - 2S''_3 + S'''_3]$$

$$c_3 = \frac{(0,1)^2}{(1-0,1)^2} [12730,01 - (2 \times 12532,10 + 12575,47)]$$

$$= 2,98$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada konstanta c_t parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 12.

Tabel 12. Nilai pada konstanta c_t parameter $\alpha = 0.1$.

$\alpha = 0.1$	Januari, T1	Februari, T2	Maret, T3	April, T4	Mei, T5	Juni, T6	Juli, T7	Agustus, T8	September, T9	Oktober, T10	November, T11	Desember, T12
Oil A 20 LT	0,00	-7,80	2,98	0,83	-2,76	-6,20	1,56	-0,04	-1,35	-4,74	2,69	1,80
Oil A 200 LT	0,00	-62,70	-114,56	-32,33	-276,08	-268,37	-169,28	-42,99	52,55	134,19	145,72	98,50
Oil A 1000 LT	0,00	18,76	18,42	28,25	19,05	45,07	89,17	88,92	43,16	21,18	6,84	2,81
Oil B 20 LT	0,00	3,95	6,05	5,96	44,87	33,16	25,29	27,29	27,88	45,28	27,86	15,99
Oil B 200 LT	0,00	24,44	35,58	41,99	53,39	50,66	82,94	82,47	76,00	91,27	98,37	92,91

e. Menentukan nilai peramalan (F_{t+m})

Setelah melakukan penghitungan pada nilai konstanta (a_t), nilai konstanta (b_t), dan nilai konstanta (c_t) maka dilanjutkan dengan mencari nilai peramalan (F_{t+m}) dengan dimulai pada Bulan ke-2 (Februari 2021) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F_{t+m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2$$

Pada Bulan Januari 2021 tidak mempunyai nilai peramalan, hal ini disebabkan, dalam penentuan nilai peramalan harus mempunyai nilai konstanta (a_t) dan nilai konstanta (b_t) periode sebelumnya :

- Untuk $t = 1$ (*Oil A 200 LT*, Bulan Februari 2021)

$$F_{1+m} = a_1 + b_1 m + \frac{1}{2} c_1 m^2$$

$$F_{1+1} = 12588,09 + (0 \times 1) + \frac{1}{2} (0 \times 1^2)$$

$$F_2 = 12588,09$$

- Untuk $t = 2$ (*Oil A 200 LT*, Bulan Maret 2021)

$$F_{2+m} = a_2 + b_2 m + \frac{1}{2} c_2 m^2$$

$$F_{2+1} = 10474,74 + (-222,25 \times 1) + \frac{1}{2} (-7,80 \times 1^2)$$

$$F_3 = 10248,59$$

Perhitungan yang sama akan dilanjutkan hingga $t = 12$, parameter $\alpha = 0,9$, pada *Oil B 200 LT*. Nilai pada peramalan F_{t+m} parameter $\alpha = 0,1$.

Tabel 13. Nilai pada peramalan F_{t+m} parameter $\alpha = 0,1$.

$\alpha = 0,1$	Januari, T0	Februari, T1	Maret, T2	April, T3	Mei, T4	Juni, T5	Juli, T6	Agustus, T7	September, T8	Oktober, T9	November, T10	Desember, T11
<i>Oil A 20 LT</i>	0,00	12588,09	10248,59	13247,81	12685,33	11628,57	10508,89	12643,08	12197,28	11792,29	10724,56	12797,30
<i>Oil A 200 LT</i>	0,00	459915,78	441107,27	423665,94	444837,79	370563,31	364383,78	385575,33	417628,55	444077,89	469181,66	475752,77
<i>Oil A 1000 LT</i>	0,00	23458,30	29085,79	29548,37	33068,42	31191,15	39635,69	54302,63	57032,54	46188,56	41198,80	37883,60
<i>Oil B 20 LT</i>	0,00	4698,65	5882,56	6633,01	6791,72	18652,40	16501,64	15195,10	16647,36	17763,59	23967,63	20273,31
<i>Oil B 200 LT</i>	0,00	1033,08	8366,54	12439,03	15455,80	20194,32	21080,17	32438,85	34993,44	35815,48	43045,91	48362,58

4. Pemilihan Parameter α yang Akan Digunakan

Dalam pemilihan parameter α yang akan digunakan, berdasarkan dari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Nilai dari parameter yang telah ditentukan adalah 0,1 hingga 0,9. Dalam hal ini, semakin kecil nilai dari MAPE yang dihasilkan, maka nilai yang didapatkan akan lebih mendekati dari nilai yang sebenarnya. Kesalahan dari persentase pada suatu peramalan akan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100\%$$

1. Pemilihan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dengan *Double Exponential Smoothing Method*

Dengan $\alpha = 0,1$ pada *OIL A 200 LT* periode ke-2 (Februari 2021) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PE_2 &= \left(\frac{X_2 - F_2}{X_2} \right) 100\% \\ &= \left(\frac{4789,75 - 12588,09}{4789,75} \right) 100\% \\ &= -162,81\% \\ [PE] &= 162,81\% \end{aligned}$$

Perhitungan PE_t akan dihitung hingga parameter $\alpha = 0,9$, pada *Oil B 200 LT*. Nilai pada *percentage error* parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 14.

Tabel 14. Nilai pada *percentage error* parameter $\alpha = 0,1$.

Product Name	Percentage error Double Exponential Smoothing Parameter $\alpha = 0,1$											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
<i>Oil A 20 LT</i>	0,00	162,81	47,55	16,66	38,55	45,43	39,07	13,06	12,05	41,88	38,30	5,23
<i>Oil A 200 LT</i>	0,00	15,78	14,94	13,99	122,83	5,26	15,59	21,36	17,78	16,53	5,19	7,62
<i>Oil A 1000 LT</i>	0,00	44,43	5,36	29,64	26,74	48,81	58,05	16,04	327,36	72,92	45,49	9,89
<i>Oil B 20 LT</i>	0,00	45,65	31,31	7,88	86,44	104,02	52,83	26,33	19,27	57,42	197,08	108,14
<i>Oil B 200 LT</i>	0,00	95,95	69,63	52,90	58,08	14,96	69,99	24,48	6,23	44,76	32,36	10,19

Setelah mendapat hasil penghitungan dari *percentage error*, maka akan dilanjutkan dengan mencari dari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) menggunakan persamaan seperti berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \right) 100\%$$

Dengan $\alpha = 0,1$ dan $n = 12$, maka hasil analisis kesalahannya adalah :

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \right) 100\% \\ &= \frac{460,60}{12} \\ &= 38,38 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan secara lengkap untuk nilai dari MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dengan dimulai dari parameter $\alpha = 0,1$ hingga parameter $\alpha = 0,9$.

Tabel 15. Perhitungan pada nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dimulai dari parameter $\alpha = 0,1$ hingga parameter $\alpha = 0,9$.

Product Name	MAPE Parameter α								
	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,3$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,9$
Oil A 20 LT	38,38%	41,19%	44,87%	48,77%	52,55%	69,35%	89,71%	132,24%	266,29%
Oil A 200 LT	21,41%	22,53%	24,04%	24,82%	26,21%	44,51%	57,88%	82,53%	159,12%
Oil A 1000 LT	57,06%	66,01%	70,84%	73,81%	79,38%	141,00%	188,72%	272,63%	506,08%
Oil B 20 LT	61,37%	81,90%	96,83%	108,69%	119,01%	240,99%	312,42%	452,43%	899,95%
Oil B 200 LT	39,96%	31,91%	32,33%	35,14%	40,50%	129,47%	180,68%	279,97%	568,41%

Berdasarkan dari tabel 15. dapat disimpulkan bahwa nilai parameter α yang memiliki nilai MAPE terkecil, berada pada parameter $\alpha = 0,1$, sehingga akan dapat dilakukan perhitungan peramalan dengan menggunakan *double exponential smoothing method* dengan parameter $\alpha = 0,1$.

2. Pemilihan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dengan *Triple Exponential Smoothing Method*

Dengan $\alpha = 0,1$ pada OIL A 0.12 LT periode ke-2 (Februari 2021) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PE_2 &= \left(\frac{X_2 - F_2}{X_2} \right) 100\% \\ &= \left(\frac{4789,75 - 12588,09}{4789,75} \right) 100\% \\ &= -162,81\% \\ [PE] &= 162,81\% \end{aligned}$$

Perhitungan PE_t akan dihitung hingga parameter $\alpha = 0,9$, pada Oil B 200 LT. Nilai pada *percentage error* parameter $\alpha = 0,1$, terdapat pada tabel 16.

Tabel 16. Nilai pada *percentage error* parameter $\alpha = 0,1$.

Product Name	Percentage Error Triple Exponential Smoothing Parameter $\alpha = 0,1$											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Oil A 20 LT	0.00	162.81	51.26	19.34	39.47	42.07	42.47	14.47	12.01	40.28	40.91	7.49
Oil A 200 LT	0.00	15.78	13.33	16.26	121.22	2.04	21.38	24.67	18.62	15.53	2.40	11.02
Oil A 1000 LT	0.00	44.43	1.16	24.96	38.58	45.49	52.67	0.46	406.30	90.74	53.38	11.91
Oil B 20 LT	0.00	45.65	26.37	1.37	85.14	168.65	91.26	11.63	3.45	49.49	266.29	141.30
Oil B 200 LT	0.00	95.95	57.09	34.03	42.44	15.61	60.49	1.46	22.69	29.88	14.17	12.74

Setelah mendapat hasil penghitungan dari *percentage error*, maka akan dilanjutkan dengan mencari dari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) menggunakan persamaan seperti berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \right) 100\%$$

Dengan $\alpha = 0,1$ dan $n = 12$, maka hasil analisis kesalahannya adalah :

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \right) 100\% \\ &= \frac{472,57}{12} \\ &= 39,38 \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan secara lengkap untuk nilai dari MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dengan dimulai dari parameter $\alpha = 0,1$ hingga parameter $\alpha = 0,9$.

Tabel 17. Perhitungan pada nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dimulai dari parameter $\alpha = 0,1$ hingga parameter $\alpha = 0,9$.

Product Name	MAPE Parameter α								
	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,3$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,9$
Oil A 20 LT	39,38%	44,59%	50,67%	56,54%	64,63%	64,63%	64,63%	64,63%	64,63%
Oil A 200 LT	21,85%	24,66%	26,45%	29,08%	31,52%	104,46%	177,73%	391,20%	1527,46%
Oil A 1000 LT	64,17%	74,71%	79,93%	91,15%	94,76%	365,43%	631,13%	1339,99%	4958,44%
Oil B 20 LT	74,22%	99,80%	117,14%	132,77%	158,34%	631,13%	1056,77%	2265,48%	8946,81%
Oil B 200 LT	32,21%	33,63%	39,38%	46,82%	53,78%	423,06%	740,74%	1605,33%	6085,96%

Berdasarkan dari tabel 17. dapat disimpulkan bahwa nilai parameter α yang memiliki nilai MAPE terkecil, berada pada parameter $\alpha = 0,1$, sehingga akan dapat dilakukan perhitungan peramalan dengan menggunakan *triple exponential smoothing method* dengan parameter $\alpha = 0,1$.

C. Perencanaan Produksi PT. ALP Petro Industry Tahun 2022 dengan *Double Exponential Smoothing Method*

Nilai MAPE terkecil yang didapatkan dari peramalan menggunakan *Double Exponential Smoothing Method* dan *Triple Exponential Smoothing Method* adalah parameter $\alpha = 0,1$, dimana nilai MAPE pada *Double Exponential Smoothing Method* lebih akurat daripada *Triple Exponential Smoothing Method*. Maka peneliti akan mengambil metode peramalan dengan menggunakan *Double Exponential smoothing method* dengan parameter $\alpha = 0,1$.

Dengan menggunakan persamaan $F_{t+m} = a_t + b_t m$, dengan nilai a_t dan b_t . Dengan tujuan, agar dapat mendapatkan nilai peramalan perencanaan produksi PT. ALP Petro Industry dalam periode satu tahun berikutnya.

Berdasarkan dari data terakhir yang telah didapatkan, akan didapatkan persamaan nilai peramalan untuk periode berikutnya, sebagai berikut :

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$F_{t+m} = 12410,03 + 3,14(m)$$

Dari persamaan diatas dapat dilakukan perhitungan peramalan perencanaan produksi PT. ALP Petro Industry untuk periode satu tahun berikutnya, sebagai berikut :

- Hasil peramalan untuk Oil A 200 LT, Bulan Januari 2022 ($m = 1$)

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$F_{Desember+1} = 12410,03 + (3,14 \times 1)$$

$$F_{Desember+1} = 12413,17$$

- Hasil peramalan untuk Oil A 200 LT, Bulan Februari 2022 ($m = 2$)

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

$$F_{Desember+2} = 12410,03 + (3,14 \times 2)$$

$$F_{Desember+2} = 12416,31$$

- Hasil peramalan untuk Oil A 0.12 LT, Bulan Februari 2022 ($m = 3$)

$$F_{t+m} = a_t + b_t m$$

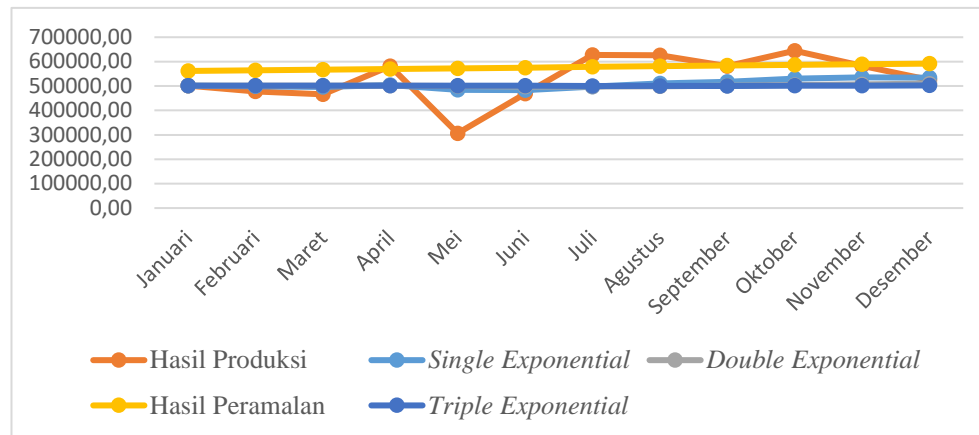
$$F_{Desember+3} = 12410,03 + (3,14 \times 3)$$

$$F_{Desember+3} = 12419,45$$

Dari hasil perhitungan peramalan perencanaan produksi diatas, akan mendapatkan nilai perencanaan produksi PT. ALP Petro Industry menggunakan perhitungan *double exponential smoothing method*, sebagai berikut :

Tabel 18. Perencanaan Produksi PT. ALP Petro Industry menggunakan *Double Exponential Smoothing Method*.

Month Product Name	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Total
Oil A 20 LT	12413,17	12416,31	12419,45	12422,59	12425,73	12428,87	12432,01	12435,15	12438,29	12441,43	12444,57	12447,71	149165,30
Oil A 200 LT	455328,55	455679,73	456030,90	456382,08	456733,25	457084,43	457435,61	457786,78	458137,96	458489,14	458840,31	459191,49	5487120,23
Oil A 1000 LT	36970,35	37377,31	37784,27	38191,23	38598,19	39005,15	39412,10	39819,06	40226,02	40632,98	41039,94	41446,90	470503,50
Oil B 20 LT	16168,54	16576,00	16983,46	17390,93	17798,39	18205,85	18613,31	19020,78	19428,24	19835,70	20243,17	20650,63	220914,99
Oil B 200 LT	40922,35	42488,53	44054,70	45620,87	47187,04	48753,21	50319,39	51885,56	53451,73	55017,90	56584,08	58150,25	594435,61
TOTAL	561802,96	564537,87	567272,78	570007,69	572742,60	575477,51	578212,42	580947,33	583682,24	586417,15	589152,06	591886,97	6922139,63



Gambar 2. Grafik dari hasil nilai *Smoothing* dan peramalan perencanaan produksi PT. ALP Petro Industry.

Berdasarkan pada perhitungan tabel 18 dan grafik pada gambar 2, maka didapatkan total hasil peramalan sebanyak 6922139,63 kg.

D. Formulasi Fungsi

1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam tulisan ini, merupakan :

X_1 = Jumlah produk *Oil A* 20 LT (*cases*/885,00 kg)

X_2 = Jumlah produk *Oil A* 200 LT (*cases*/6673,08kg)

X_3 = Jumlah produk *Oil A* 1000 LT (*cases*/8500,00kg)

X_4 = Jumlah produk *Oil B* 20 LT (*cases*/885,00 kg)

X_5 = Jumlah produk *Oil B* 200 LT (*cases*/6673,08 kg)

2. Fungsi Sasaran

a. Memaksimalkan *volume* produksi

Dari hasil peramalan yang didapat untuk setiap produk, maka persamaan yang didapat :

X_1 Januari $\geq 12413,17$

X_2 Januari $\geq 455328,55$

X_3 Januari $\geq 36970,35$

X_4 Januari $\geq 16168,54$

X_5 Januari $\geq 40922,35$

Fungsi diatas mempunyai tujuan yaitu :

Minimumkan $Z = \sum_{i=1}^n (d_i^- + d_i^+)$

b. Meminimumkan jam lembur

Adapun bentuk umum dari fungsi sasaran ini adalah :

$$\sum_{i=1}^n B_i X_i \leq JJK_j$$

Dimana : B_i = Waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi ke- i

X_i = Variabel keputusan untuk jenis produk ke- i

JJK_j = Jumlah jam kerja tersedia pada bulan ke- j (menit)

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

Dalam fungsi sasaran perusahaan ingin mengurangi jam lembur karyawan. Jadi, diharapkan deviasi positif (kelebihan jam kerja) diusahakan nol. Oleh karena itu, model *goal programming* digunakan ke dalam fungsi ini :

$$0,07X_1 + 0,01X_2 + 0,01X_3 + 0,07X_4 + 0,01X_5 + d_6^- - d_6^+ \leq JJK_j$$

Dengan tujuan meminimumkan $mz = d_6^+$

3. Fungsi Tujuan Model

Berdasarkan sasaran-sasaran yang ingin dicapai, formulasi pencapaian dalam permasalahan *goal programming* sebagai berikut :

$$\text{Min } Z = P1 \sum_{i=1}^5 (d_i^- + d_i^+) + P2d_6^+$$

$$\text{Kendala : } X_1 \text{ Januari} + d_1^- - d_1^+ = 12413,17$$

$$X_2 \text{ Januari} + d_2^- - d_2^+ = 455328,55$$

$$X_3 \text{ Januari} + d_3^- - d_3^+ = 36970,35$$

$$X_4 \text{ Januari} + d_4^- - d_4^+ = 16168,54$$

$$X_5 \text{ Januari} + d_5^- - d_5^+ = 40922,35$$

$$0,07X_1 + 0,01X_2 + 0,01X_3 + 0,07X_4 + 0,01X_5 + d_6^- - d_6^+ = 14040$$

E. Analisis Pemecahan Masalah

Pada hasil perhitungan metode *Goal Programming* mendapatkan hasil penyelesaian optimal di setiap jumlah produksi pada setiap produk menunjukkan hasil yang cukup memuaskan dengan hasil target yang sesuai yang telah ditetapkan. Tujuan untuk memaksimalkan jumlah setiap produksi yang sudah tercapai, dikarenakan deviasi negatifnya adalah nol.

Tabel 19. Penyimpangan antara target produksi dan solusi optimal.

No.	Bulan	Target	Jumlah Produksi (cases)		Produksi
			Kurang d_i^-	Kurang d_i^+	
1	Januari 2022	561802,96	-	-	561802,96
2	Februari 2022	564537,87	-	-	564537,87
3	Maret 2022	567272,78	-	-	567272,78
4	April 2022	570007,69	-	-	570007,69
5	May 2022	572742,60	-	-	572742,60
6	Juni 2022	575477,51	-	-	575477,51
7	Juli 2022	578212,42	-	-	578212,42
8	Agustus 2022	580947,33	-	-	580947,33
9	September 2022	583682,24	-	-	583682,24
10	Oktober 2022	586417,15	-	-	586417,15
11	November 2022	589152,06	-	-	589152,06
12	Desember 2022	591886,97	-	-	591886,97

F. Analisis Pencapaian Sasaran Pemakaian Jam Kerja.

Melihat dari hasil perhitungan pada *software* LINGO dapat dilihat, terdapat penyimpangan diatas target waktu kerja, dimana waktu yang terpakai diatas dari waktu yang tersedia.

Tabel 20. Penyimpangan antara waktu kerja yang tersedia dengan solusi optimal *software* Lingo.

No.	Bulan	Tersedia	Waktu Kerja (menit)		Terpakai
			Kurang d_i^-	Lebih d_i^+	
1	Januari 2022	14040	7333	-	6707
2	Februari 2022	14820	7385	-	7435
3	Maret 2022	17160	6616	-	10544
4	April 2022	15600	7489	-	8111
5	May 2022	11700	7541	-	4159
6	Juni 2022	15600	7593	-	8007
7	Juli 2022	16380	7645	-	8735
8	Agustus 2022	15600	7697	-	7903
9	September 2022	17160	7749	-	9411
10	Oktober 2022	15600	7801	-	7799
11	November 2022	17160	7853	-	9307
12	Desember 2022	17940	7905	-	10035

Terdapat jumlah waktu kerja yang tersedia lebih besar berbanding jumlah waktu kerja yang terpakai, maka sasaran untuk mengoptimalkan waktu kerja telah tercapai, dalam mengatasi kelebihan pada pemakaian waktu kerja berbanding dengan waktu kerja yang tersedia.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada Analisa Perencanaan Produksi Pada PT. ALP Petro *Industry*, telah ditentukan dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing Method* dimana menghasilkan peramalan lebih akurat dengan menggunakan parameter $\alpha = 0,1$, dan dengan menggunakan persamaan $F_{t+m} = 1181,71 + 2,32(m)$. Hasil dari peramalan pada perencanaan produksi PT. ALP Petro *Industry* pada periode Januari 2022 – Desember 2022, pada Bulan Januari sebanyak 561802,96 kg, pada Bulan Februari sebanyak 564537,87 kg, pada Bulan Maret sebanyak 567272,78 kg, pada Bulan April sebanyak 570007,69 kg, pada Bulan Mei sebanyak 572742,60 kg, pada Bulan Juni

sebanyak 575477,51 kg, pada Bulan Juli sebanyak 578212,42 kg, pada Bulan Agustus sebanyak 580947,33 kg, pada Bulan September sebanyak 583682,24 kg, pada Bulan Oktober sebanyak 586417,15 kg, pada Bulan November sebanyak 589152,06 kg, pada Bulan Desember sebanyak 591886,97 kg.

Sasaran memaksimalkan penggunaan pada jam kerja telah tercapai, adanya penyimpangan pada deviasi negatif pada waktu kerja yang tersedia dengan waktu kerja yang terpakai. Dimana total waktu kerja yang tersedia adalah 188760 menit atau 3146 jam, sedangkan jam kerja yang terpakai adalah 98153 menit atau 1636 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada, PT. ALP Petro *Industry*, yang mana telah memberikan fasilitas dan tempat pengujian selama penelitian berlangsung.

REFERENSI

- [1] R. Z. Putri and Fadhillah, "POil Angkatan Kualitas Batubara Low Calorie Menggunakan," *J. Bina Tambang*, vol. 5, no. 2, pp. 208–217, 2018.
- [2] M. Salafudin, D. Darmanto, and T. Priangkoso, "Analisis Pengaruh Viskositas Pelumas Multi Grade Terhadap Karakter Pelumas," *J. Ilm. Momentum*, vol. 16, no. 1, 2020, doi: 10.36499/mim.v16i1.3347.
- [3] P. Produksi, "Metode Goal Programming Berbasis QM for Windows dalam Optimasi Perencanaan Produksi," *J. Mipa*, vol. 41, no. 1, pp. 6–12, 2018.
- [4] M. B. Soeltanong and C. Sasongko, "Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan pada Perusahaan Manufaktur," *J. Ris. Akunt. Perpajak.*, vol. 8, no. 01, pp. 14–27, 2021, doi: 10.35838/jrap.2021.008.01.02.
- [5] A. Lusiana and P. Yuliarty, "PENERAPAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN ATAP di PT X," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.36040/industri.v10i1.2530.
- [6] U. M. Fakultas, I. Komputer, and M. Azhari, "Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Dan Triple Exponential Smoothing Dalam Parameter Tingkat Error Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Means Absolute Deviation (MAD) Alviani Krisma Putut Pamilih Widagdo Kata kunci-forecasting, Double Ex," *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 81–87, 2019.
- [7] H. D. E. Sinaga, N. Irawati, and S. Informasi, "Perbandingan Double Moving Average Dengan Double Exponential Smoothing Pada Peramalan," *Jurteks*, vol. IV, no. 2, pp. 197–204, 2018.
- [8] D. M. Khairina, Y. Daniel, and P. P. Widagdo, "Comparison of double exponential smoothing and triple exponential smoothing methods in predicting income of local water company," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1943, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1943/1/012102.
- [9] A. Muchayan, "Perbandingan Mean Average Percentage Error Pada Peramalan Pergerakan Harga Reksa Dana Menggunakan Metode Holt Dan Brown'S Double Exponential Smoothing," *e-NARODROID*, vol. 6, no. 1, pp. 8–13, 2020, doi: 10.31090/narodroid.v6i1.1068.
- [10] Ramadiani, R. Syahrani, I. F. Astuti, and Azainil, "Forecasting the number of airplane passengers uses the double and the triple exponential smoothing method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1524, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1524/1/012051.
- [11] S. Prayudani, A. Hizriadi, Y. Y. Lase, Y. Fatmi, and Al-Khowarizmi, "Analysis Accuracy of Forecasting Measurement Technique on Random K-Nearest Neighbor (RKNN) Using MAPE and MSE," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1361, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1361/1/012089.
- [12] D. Krissyda and T. Oktiarso, "Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming Pada UKM XYZ," *Matrik*, vol. 22, no. 1, p. 15, 2021, doi: 10.30587/matrik.v22i1.1577.
- [13] S. Bahri, S. Meutia, J. T. Industri, F. Teknik, and U. Malikussaleh, "OPTIMASI PERENCANAAN PRODUKSI CRUMB RUBBER DENGAN METODE GOAL PROGRAMMING DI PT . BAKRIE SUMATERA PLANTATIONS TBK," vol. 10, no. 1, 2021.
- [14] M. Y. Kabosu and kartiko, "Analisis Goal Programming (Gp) Pada Optimalisasi Perencanaan Produksi Mebel Ud . Lanza," *J. Stat. Ind. dan Komputasi*, vol. 5, no. 1, pp. 22–40, 2020.
- [15] O. Perencanaan and P. Kayu, "Optimasi Perencanaan Produksi Kayu Lapis PT. XXX Menggunakan Metode Goal Programming," *J. Mipa*, vol. 41, no. 1, pp. 13–19, 2018.
- [16] M. Agustina, P. M. Manajemen, K. Manajemen, S. Informasi, and U. B. Darma, "Menggunakan Pendekatan Model," vol. 2, no. 3, pp. 234–244, 2021.

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.