

Perencanaan Produksi Menggunakan Metode Algoritma *Fuzzy Time Series Average – Based*, Strategi Perencanaan Agregat dan Metode Transportasi

Sarah Julieta S¹, Drajat Indrajaya²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Feb 20, 2023

Revised May 29, 2023

Accepted Jul 03, 2023

Keywords:

Production Planning

Forecasting

Aggregate Planning Strategy

Transportation Method

Production Cost

ABSTRACT

Companies often have difficulty determining the right amount of production to meet demand. This is due to fluctuations in consumer demand from time to time. Production planning is related to the future, therefore production planning needs to be prepared on the basis of estimates made based on past data using several assumptions. The Fuzzy Time Series Average-Based Algorithm is a forecasting method with a fairly good level of accuracy because it implements an average system that is able to determine the length of the effective interval. In addition, it is important to determine the right strategy to minimize costs. This research produces forecasts for the next 1 year. The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value is 10.6% and the results are classified as Good. For the Aggregate Planning Strategy for tire products with a Level strategy, a fee of Rp. 22.209.760.000. is obtained. While the Chase strategy costs Rp. 21.080.670.000 and for the Mixed strategy, a fee of Rp. 22.204.610.000. Then the alternative method of transportation for permanent workers results in a cost of Rp. 21.302.740.000. while the alternative workforce changed by Rp. 23.346.420.000. Then the calculation of the aggregate planning strategy using the Chase strategy method is the best method that can be used to meet production demands by minimizing production costs.

Copyright © 2023 Universitas Indraprasta PGRI.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Sarah Julieta S,
Program Studi Teknik Industri,
Universitas Indraprasta PGRI,
Jl. Nangka No. 58 C, Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta Selatan.
Email: sarahjulieta500@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perencanaan Produksi merupakan kegiatan untuk menentukan arah awal dari tindakan – tindakan yang harus dilakukan dimasa mendatang [1]. Apabila perencanaan produksi kurang tepat akan mempengaruhi kelancaran proses produksi. Perencanaan Produksi berkaitan dengan masa mendatang, karena itu perencanaan produksi perlu disusun atas dasar perkiraan yang dibuat berdasarkan data masa lalu dengan menggunakan beberapa asumsi, sehingga Setiap perencanaan yang telah dibuat harus dievaluasi secara berkala agar setiap keputusan yang akan diambil dapat disesuaikan dengan kebutuhan produksi sehingga pencapaian tujuan perusahaan dapat terlaksana secara efektif dan efisien [1]. Efektif yang berarti keselarasan antara perencanaan dengan hasil yang didapat, sedangkan efisien berarti mampu memproduksi suatu output tertentu dengan sumber daya yang ada dengan seminimal mungkin [2]. Penelitian dilakukan pada salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pembuatan ban mobil di Indonesia. Perusahaan sering mengalami kesulitan untuk menentukan jumlah produksi yang tepat untuk memenuhi permintaan. Hal ini disebabkan oleh fluktuasi permintaan konsumen dari waktu ke waktu. Maka untuk mengatasi masalah yang terjadi, perusahaan perlu melakukan upaya perencanaan

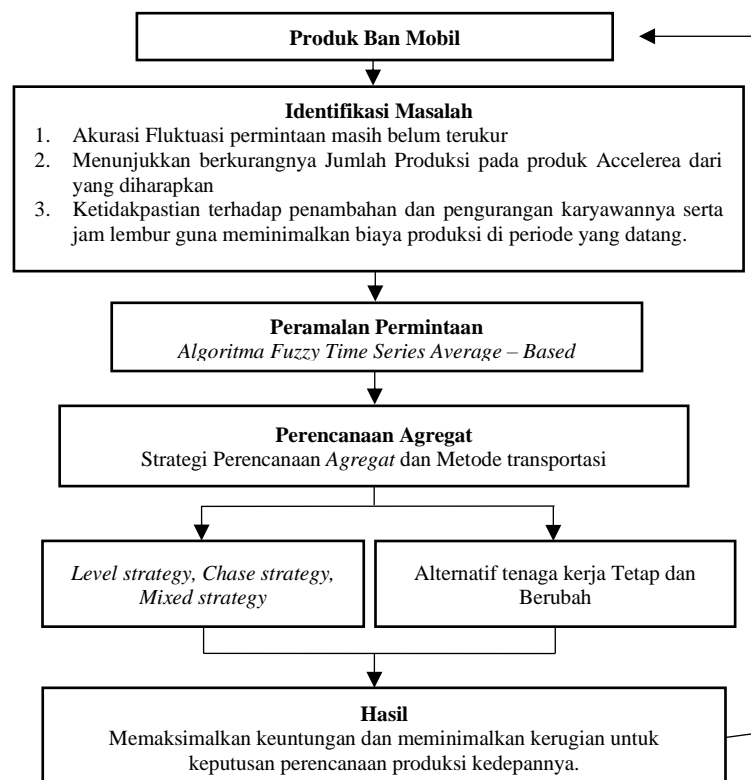
agregat untuk menyeimbangkan kapasitas produksi dengan sumber daya yang dimiliki sehingga mencapai biaya minimal [3]. Metode Peramalan digunakan dengan asumsi dasar bahwa pola permintaan masa lalu akan terus berlanjut pada masa yang akan datang. Peramalan merupakan usaha untuk meramalkan keadaan dimasa mendatang melalui pengujian keadaan dimasa lalu [4].

Peramalan permintaan sangat diperlukan sebagai salah satu acuan dalam membuat perencanaan produksi yang baik dan akurat. Dalam sebuah algoritma khususnya untuk memprediksi sesuatu, algoritma tersebut pasti memiliki tingkat kesalahan atau *error* dalam hasil prediksinya [5]. MAPE bertujuan untuk menghitung presentase error dalam sebuah hitungan prediksi algoritma serta untuk mengetahui hasil kinerja prediksi [5]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam peramalan adalah *Algoritma Fuzzy Time Series Average – Based*. Metode *Average Based Fuzzy Time Series* merupakan pengembangan dari metode *Fuzzy Time Series*. Metode ini mampu meningkatkan hasil ramalan dengan basis aturan *fuzzy* yang diperoleh dari interval berbasis rata-rata dari masing-masing data [5]. Metode ini membutuhkan beberapa proses perhitungan sehingga dapat menghasilkan *output* yang sesuai dengan perhitungan. *Algoritma Fuzzy Time Series* secara umum memiliki 3 tahapan utama, yaitu *Fuzzifikasi*, penentuan *Fuzzy Logical Relationships (FLRs)*, dan *Defuzzifikasi* [5]. Selain itu, Metode ini menghasilkan peramalan dengan tingkat akurasi yang cukup baik karena menerapkan sistem rata – rata yang mampu menentukan panjang interval efektif. Pada prinsipnya, pengawasan prediksi dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dengan kenyataan yang terjadi. Penggunaan teknik prediksi yang menghasilkan penyimpangan terkecil adalah teknik prediksi yang paling sesuai untuk digunakan [6].

Metode transportasi dapat digunakan sebagai perencanaan produksi program linear dengan jumlah tenaga kerja dalam perencanaan produksi. Perencanaan agregat adalah merupakan satu-satunya metode perhitungan yang tepat untuk mengetahui dalam perencanaan produksi. Artinya bahwa perencanaan agregat adalah suatu pendekatan yang menyangkut penentuan jumlah dan kapan produksi akan diluncurkan [7]. Selain itu Perencanaan Agregat dapat dilakukan dengan berbagai macam strategi berdasarkan biaya kapasitas produksi dengan, *inventory* dan *backlog* yaitu *Level strategy (Level Production)*, *Chase strategy (Chase Demand)* dan *Mixed Strategy* [4]. Penelitian ini dapat memberikan solusi bagi perusahaan dalam memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan kerugian dengan mengetahui tingkat permintaan yang akan datang serta meminimumkan kesalahan prediksi sehingga tidak terjadi ketidaksesuaian keputusan perencanaan produksi kedepannya.

2. METODE

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan metode yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian

2.1. Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan sangat penting dalam membuat perencanaan produksi yang baik dan akurat. Algoritma *Fuzzy Time Series Average-Based*. *Fuzzy time series* merupakan metode peramalan data yang menggunakan prinsip – prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Secara umum memiliki 3 tahapan utama, yaitu *Fuzzifikasi*, penentuan *Fuzzy Logical Relationships* (FLRs), dan *Defuzzifikasi*. Proses prediksi Algoritma *Fuzzy Time Series Average-Based* sebagai berikut [8] :

- Menentukan Himpunan Semesta, Langkah pertama adalah menentukan D_{min} dan D_{max} . D_{min} merupakan nilai terkecil yang ada pada data historis yang ada, sedangkan D_{max} merupakan data terbesar pada data historis [9].
- Menentukan Interval Berbasis Rata – Rata, Tentukan setengah dari nilai rata – rata yang diperoleh dari langkah sebelumnya untuk kemudian dijadikan sebagai panjang interval.

$$\text{Interval Rata - Rata} = \frac{\text{Rata - Rata Selisih Absolute}}{2}$$

- Mendefinisikan Jumlah Interval Himpunan *Fuzzy*, Pada proses ini akan dilakukan pembagian himpunan semesta U menjadi sub himpunan U_i dengan menjadikan basis rata – rata sebagai *range* bagi setiap subhimpunan U_i dengan rumus sebagai berikut :

$$U_i = (D_{min} + (i - 1) \times r), D_{min} + (i \times r)$$

r merupakan interval basis rata – rata yang telah ditentukan sebelumnya, dengan ketentuan $(D_{min} + (i \times r))$ tidak lebih besar dari $(D_{max} + r)$.

- Menentukan Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*, Dalam kondisi dari *membership functions* (MBF) dan *fuzzy sets* seperti yang diilustrasikan pada langkah 3 diatas, nilai aktual dari angka kebutuhan dapat di-*fuzzified* dengan aturan : “jika nilai aktual dari angka penjualan tersebut adalah p dan nilai dari p terletak dalam interval U_k , maka p dapat diterjemahkan sebagai A_j ”. *Fuzzified* akhir nilai dari angka data kebutuhan berdasarkan aturan tersebut.
- Proses *Fuzzy Logic Relationship*, *Relationship* diidentifikasi berdasarkan suatu nilai *fuzzifikasi* dari data historis. Jika variable *time series* (Ft 1) difuzzifikasi sebagai A_i dan $F(t)$ sebagai A_j , maka A_i berelasi A_j yang dapat dinyatakan dengan notasi $A_i \rightarrow A_j$. Hal ini dapat diartikan A_i yang terletak pada sisi sebelah kiri *relationship* disebut dengan *current state* dan A_j yang berada disisi kanan *relationship* disebut dengan *next state* dan jika terjadi perulangan *relationship* maka tetap dihitung hanya sekali [10]
- Proses *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLR), diperoleh dari mengeliminasi hasil *Fuzzy Relationship* (FLR) yang mempunyai relasi yang sama dan lebih dari satu untuk dijadikan grup.
- Proses *Defuzzifikasi*, merupakan proses perhitungan dari hasil *output* peramalan untuk kemudian dihitung sehingga mendapatkan hasil dengan bilangan *crisp*.

2.2. Rata – Rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error*)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MSE dirumuskan sebagai berikut [1] :

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n}$$

Dimana :

- A = permintaan aktual pada periode – t
 Ft = hasil peramalan (*forecast*) pada periode – t
 n = jumlah periode peramalan yang terlibat

2.2. Perencanaan Agregat

Dalam Menyusun perencanaan agregat terdapat beberapa strategi yang bisa dipergunakan. Manajer operasi akan mampu menentukan strategi terbaik yang dapat memberikan laba optimal [11]

- Strategi Perencanaan Agregat [4] :
 - Level strategy* (*Level Production*), Strategi yang ditempuh dengan cara menjaga tingkat output, produksi dan tenaga kerja yang konstan.
 - Chase strategy* (*Chase Demand*), Strategi yang digunakan untuk mencapai tingkat output bagi setiap periode yang memenuhi peramalan permintaan untuk periode tersebut.
 - Mixed Strategy* adalah menggabungkan tingkat produksi dengan tingkat permintaan tetap dan menggabungkan dari dua metode *level* dan *chase* tingkat persediaan, *order backlogs* dan *lost sales*.

b. Metode Transportasi

Model matematik dari formulasi Bowman adalah [1]:

$$\text{Minimum } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij}$$

Terhadap kendala :

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq T_i ; i = 1.2.3 \dots m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = S_j ; j = 1.2.3 \dots n$$

Dimana :

C_{ij} = Parameter biaya perunit, seperti biaya produksi reguler, biaya produksi lembur, dan biaya persediaan.

X_{ij} = Banyaknya unit produk yang harus disediakan untuk memenuhi permintaan.

S_j = Permintaan yang harus dipenuhi dan persediaan akhir yang dikehendaki.

T_j = Kapasitas maksimum, seperti kapasitas produksi reguler, kapasitas produksi lembur, dan persediaan awal

Tabel 1. Matriks Transportasi

Periode Produksi (Sumber)	Periode Penjualan (Tujuan)							Waktu Luang	Kapasitas Total
	(1)	(2)	(3)	...	...	(n-1)	(n)		
Persediaan	O	C_I	$2C_I$	...	...	$(n-1)C_I$	nC_I	0	I_0
Reguler (1)	C_R	$C_R + C_I$	$C_R + 2C_I$	...	...	$C_R + (n-1)C_I$	$C_R + nC_I$	0	R_1
Lembur (1)	C_O	$C_O + C_I$	$C_O + 2C_I$	...	...	$C_O + (n-1)C_I$	$C_O + nC_I$	0	O_1
Reguler (2)	M	C_R	$C_R + C_I$	...	...	$C_R + (n-2)C_I$	$C_R + (n-1)C_I$	0	R_2
Lembur (2)	M	C_O	$C_O + C_I$	...	...	$C_O + (n-2)C_I$	$C_O + (n-1)C_I$	0	O_2
Reguler (3)	M	M	C_R$	...	...	C_R + (n-3)C_I$	$C_R + (n-2)C_I$	0	R_3
Lembur (3)	M	M	C_O$	...	...	C_O + (n-3)C_I$	$C_O + (n-2)C_I$	0	O_3
...
...
Reguler (n)	M	M	M	...	...	C_R	$C_R + C_I$	0	R_n
Lembur (n)	M	M	M	...	...	C_O	$C_O + C_I$	0	O_n
Keb. Total	S_1	S_2	S_3	...	...	S_n	I_n	0	

Dimana :

I_i = Persediaan akhir pada periode ke-i

R_i = Jumlah maksimum unit yang diproduksi selama periode waktu ke-i pada waktu reguler

O_i = Jumlah maksimum unit yang dapat diproduksi selama periode waktu ke-i pada jam lembur

S_i = Jumlah produk jadi yang akan dijual selama periode waktu ke-i

C_R = Biaya produksi pada jam reguler

C_O = Biaya produksi per unit pada jam lembur

C_I = Biaya penyimpanan per unit per periode waktu

Total Waktu luang = $I_0 + \sum R + \sum O - \sum S - I_n$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Peramalan (*Forecasting*)

Data Permintaan Produksi perusahaan pada bulan Januari 2021 s/d Desember 2021 dapat dilihat pada Tabel 2. dibawah ini :

Tabel 2. Data Permintaan Produksi

No	Tahun 2021	Permintaan Produksi
1	Januari	86.827
2	Februari	60.783
3	Maret	66.497
4	April	66.764
5	Mei	66.049

6	Juni	80.347
7	Juli	67.871
8	Agustus	67.915
9	September	83.826
10	Oktober	75.308
11	November	81.272
12	Desember	82.443
Total		885.902

a. Himpunan Semesta

$$D_{min} = 60.783$$

$$D_{max} = 86.827$$

Langkah pertama adalah menentukan nilai terkecil dan nilai terbesar pada data historis, berdasarkan Tabel 2 diperoleh untuk nilai terkeci yaitu 60.783 dan nilai terbesar yaitu 86.827. Maka dapat dinotasikan himpunan semesta dengan $U = [60.783,86.827]$.

b. Interval Berbasis Rata – rata

Tabel 3. Interval Rata – Rata

No	Permintaan Produksi	Tahun 2021	Selisih	Selisih <i>Absolute</i>
1	86827	Januari	26044	26044
2	60783	Februari	-5714	5714
3	66497	Maret	-267	267
4	66764	April	715	715
5	66049	Mei	-14298	14298
6	80347	Juni	12476	12476
7	67871	Juli	-44	44
8	67915	Agustus	-15911	15911
9	83826	September	8518	8518
10	75308	Oktober	-5964	5964
11	81272	November	-1171	1171
12	82443	Desember	-	0

$$\text{Jumlah Selisih } Absolute = 911.122$$

$$\text{Rata – Rata Selisih } Absolute = 7.593,50$$

$$\text{Interval Rata – Rata} = 3.796,75$$

$$\text{Panjang Interval} = 3.796$$

c. Jumlah Interval Himpunan *Fuzzy*

Tabel 4. Interval Himpunan *Fuzzy*

60783	-	64579
64579	-	68375
68375	-	72171
72171	-	75967
75967	-	79763
79763	-	83559
83559	-	87355

Keterangan : $ui = (Dmin + (i-1) * r)$, $Dmin + (i*r)$

d. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Tabel 5. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Tahun 2021	Aktual	<i>Fuzzified</i>
Januari	86827	A7
Februari	60783	A1
Maret	66497	A2
April	66764	A2
Mei	66049	A2
Juni	80347	A6
Juli	67871	A2
Agustus	67915	A2
September	83826	A7
Oktober	75308	A4
November	81272	A6
Desember	82443	A6

e. *Fuzzy Logic Relationship*

Tabel 6. *Fuzzy Logic Relationship*

Relasi Fuzzy		
Current State	→	Next State
A7	→	A1
A1	→	A2
A2	→	A2
A2	→	A2
A2	→	A6
A6	→	A2
A2	→	A2
A2	→	A7
A7	→	A4
A4	→	A6
A6	→	A6
A6	→	-

f. *Fuzzy Logic Relationship Group (FLR)*Tabel 7. *Fuzzy Logic Relationship Group*

State	→	Next State
A1	→	A2
A2	→	A2, A2, A6, A2, A7
A3	→	-
A4	→	A6
A5	→	-
A6	→	A2, A6
A7	→	A1, A4

g. *Defuzzyfikasi*Tabel 8. *Defuzzyfikasi*

State	Defuzzyfikasi	Nilai
A1 =	A2	= 64579
A2 =	$(A2+A2+A6+A2+A7)/5$	= 71412
A3 =	-	= -
A4 =	A6	= 79763
A5 =	-	= -
A6 =	$(A2+A6)/2$	= 72171
A7 =	$(A1+A4)/2$	= 62681

h. Hasil Peramalan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat dilihat peramalan yang dihasilkan untuk tahun 2022 pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Peramalan

Tahun 2022	Peramalan (<i>Fuzzyfikasi</i>)	Nilai Peramalan
Januari	A7	62681
Februari	A1	64579
Maret	A2	71412
April	A2	71412
Mei	A2	71412
Juni	A6	72171
Juli	A2	71412
Agustus	A2	71412
September	A7	62681
Oktober	A4	79763
November	A6	72171
Desember	A6	72171

i. Pengujian Akurasi

Tabel 4.10. Pengujian Akurasi

Tahun 2022	Aktual	Peramalan	Error	<i>Absolute Error (AE)</i>	<i>AE / Aktual</i>	MAPE
t	At	Ft	At-Ft	c = (At-Ft)	(c/At)	(c / At)*100

Januari	86827	62681	24146	24146	0,28	27,81
Februari	60783	64579	-3796	3796	0,06	6,25
Maret	66497	71412	-4915	4915	0,07	7,39
April	66764	71412	-4648	4648	0,07	6,96
Mei	66049	71412	-5363	5363	0,08	8,12
Juni	80347	72171	8176	8176	0,10	10,18
Juli	67871	71412	-3541	3541	0,05	5,22
Agustus	67915	71412	-3497	3497	0,05	5,15
September	83826	62681	21145	21145	0,25	25,22
Oktober	75308	79763	-4455	4455	0,06	5,92
November	81272	72171	9101	9101	0,11	11,20
Desember	82443	72171	10272	10272	0,12	12,46
Total	885902	843276	42626	1033055	1,32	131,87

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left|At - \frac{F_t}{A_t}\right|$$

n = 12

Maka, Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) = 10,989 %, Dengan Hasil ini menyatakan bahwa pada prediksi menggunakan data Tahun 2021 tergolong "Baik". Hal ini juga dibuktikan dengan menggunakan *software POM-QM for Windows 5* dengan menghasilkan nilai MAPE yang sama.

PERAMALAN BAN MOBIL Solution						
	Actual	Forecast	Error	|Error|	Error*2	|Pct Error|
January	86827	62681	24146	24146	583029300	27.809%
February	60783	64579	-3796	3796	14409620	6.245%
March	66497	71412	-4915	4915	24157220	7.391%
April	66764	71412	-4648	4648	21603900	6.962%
May	66049	71412	-5363	5363	28761770	8.12%
June	80347	72171	8176	8176	66846980	10.176%
July	67871	71412	-3541	3541	12538680	5.217%
August	67915	71412	-3497	3497	12229010	5.149%
September	83826	62681	21145	21145	447111000	25.225%
October	75308	79763	-4455	4455	19847020	5.916%
November	81272	72171	9101	9101	82828200	11.198%
December	82443	72171	10272	10272	105514000	12.46%
TOTALS	885902		42625	103055	1418877000	131.868%
AVERAGE	73825.16		3552.083	8587.917	118239700	10.989%

Gambar 2. Peramalan

PERAMALAN BAN MOBIL Solution						
	Actual	Forecast	Error	|Error|	Error*2	|Pct Error|
February	60783	64579	-3796	3796	14409620	6.245%
March	66497	71412	-4915	4915	24157220	7.391%
April	66764	71412	-4648	4648	21603900	6.962%
May	66049	71412	-5363	5363	28761770	8.12%
June	80347	72171	8176	8176	66846980	10.176%
July	67871	71412	-3541	3541	12538680	5.217%
August	67915	71412	-3497	3497	12229010	5.149%
September	83826	62681	21145	21145	447111000	25.225%
October	75308	79763	-4455	4455	19847020	5.916%
November	81272	72171	9101	9101	82828200	11.198%
December	82443	72171	10272	10272	105514000	12.46%
TOTALS	885902		42625	103055	1418877000	131.868%
AVERAGE	73825.16		3552.083	8587.917	118239700	10.989%
Next perio...		81298.16	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)

Gambar 3. Akurasi Peramalan

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	3552.083
MAD (Mean Absolute Deviation)	8587.917
MSE (Mean Squared Error)	118239700
Standard Error (denom=n-2=10)	11911.66
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	10.989%

Gambar 4. Hasil Akurasi

3.2. Perencanaan Agregat

a. Strategi Perencanaan Agregat

1. *Level strategy (Level Production)*, Pada *Level Strategy* jumlah produksi bersifat tetap dan inventori yang timbul dapat digunakan untuk memenuhi kelebihan permintaan produk pada periode tertentu. Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan *level strategy* dapat dilihat pada Tabel 11 dibawah ini :

Tabel 11. *Level strategy*

Tahun 2022	Hari Kerja	Produk/Pekerja	Produksi (Unit)	Demand (Unit)	Inventory (Unit)	Biaya Inventory
Januari	20	1.000	100.000	62.681	37.369	448.428.000
Februari	20	1.000	100.000	64.579	72.790	873.480.000
Maret	20	1.000	100.000	71.412	101.378	1.216.538.400
April	20	1.000	100.000	71.412	129.966	1.559.596.800
Mei	20	1.000	100.000	71.412	158.555	1.902.655.200
Juni	20	1.000	100.000	72.171	186.384	2.236.603.200
Juli	20	1.000	100.000	71.412	214.972	2.579.661.600
Agustus	20	1.000	100.000	71.412	243.560	2.922.720.000
September	20	1.000	100.000	62.681	280.879	3.370.548.000
Oktober	20	1.000	100.000	79.763	301.116	3.613.392.000
November	20	1.000	100.000	72.171	328.945	3.947.340.000
Desember	20	1.000	100.000	72.171	356.774	4.281.288.000
Total						Rp 28.952.251.200

Shortages		Method		Com	
<input checked="" type="radio"/> Backordered		Smooth production (Average GROSS demand)			yada
<input type="radio"/> Lost sales					
1000 Solution					
	Demand	Regular time Capacity	Regular time production	Inventory (end PD)	Units decrease
April	71412	100000	70273	11059	0
May	71412	100000	70273	9920	0
June	72171	100000	70273	8022	0
July	71412	100000	70273	6883	0
August	71412	100000	70273	5744	0
September	62681	100000	70273	13336	0
October	79763	100000	70273	3846	0
November	72171	100000	70273	1948	0
December	72171	100000	70273	50	0
Total(units)	843277	1200000	843277	93986	1
Subtotal Costs			@\$25000 ...	@\$12000 ...	@\$0 /unit
Total Cost	\$2220976		\$2108193...	\$1127832...	\$0

Gambar 5. *Level strategy*

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa produksi pada periode awal, output produksi dapat menyeimbangi bahkan melebihi permintaan pada tiap bulannya. Sehingga menyebabkan bertambahnya *inventory* yang menimbulkan biaya total *inventory* sebesar Rp22.209.760.000.

2. *Chase strategy (Chase Demand)*, *Strategy chase* merupakan metode yang mengatur jumlah produksi sesuai dengan Demand untuk meminimalkan dan menstabilkan Pekerja. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 12 dibawah ini :

Tabel 12. *Chase strategy*

Tahun 2022	Demand	Fluktuasi	Biaya Penambahan Pekerja	Biaya Pengurangan Pekerja	Total Biaya Pekerja
Januari	62.681	-	-	-	-
Februari	64.579	-1.898	-	284.700.000	284.700.000
Maret	71.412	-6.833	-	1.024.920.000	1.024.920.000
April	71.412	-	-	-	-
Mei	71.412	-	-	-	-
Juni	72.171	-759	-	113.880.000	113.880.000
Juli	71.412	759	64.532.000	-	64.532.000
Agustus	71.412	-	-	-	-
September	62.681	8.731	742.118.000	-	742.118.000
Oktober	79.763	-17.082	-	2.562.300.000	2.562.300.000
November	72.171	7.592	645.320.000	-	645.320.000
Desember	72.171	-	-	-	-
Total					5.437.770.000

Shortages		Method		Com	
<input checked="" type="radio"/> Backordered <input type="radio"/> Lost sales		Chase CURRENT demand (let workforce vary)		yada:	
1000 Solution					
	Demand	Regular time Capacity	Regular time production	Units increase	Units decrease
April	71412	100000	71412	0	0
May	71412	100000	71412	0	0
June	72171	100000	72171	759	0
July	71412	100000	71412	0	759
August	71412	100000	71412	0	0
September	62681	100000	62681	0	8731
October	79763	100000	79763	17082	0
November	72171	100000	72171	0	7592
December	72171	100000	72171	0	0
Total(units)	843277	1200000	843227	26622	17082
Subtotal Costs			@\$25000 ...	@\$0 /unit	@\$0 /unit
Total Cost	\$2108067		\$2108067...	\$0	\$0

Gambar 6. Chase strategy

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa jumlah produksi disesuaikan dengan Demand sehingga terjadi fluktuasi jumlah pekerja dan menghasilkan biaya pekerja pada perencanaan agregat dengan metode Chase Strategy ini sebesar Rp 21.080.670.000,-

- Mixed Strategy, melibatkan pengubahan lebih dari satu variabel yang dapat dikontrol dan merupakan strategi gabungan dari Chase dan Level Strategy. Berikut Tabel 13 adalah hasil perhitungan menggunakan mixed strategy.

Tabel 13. Mixed strategy

Tahun 2022	Produksi (Unit)	Demand (Unit)	Kondisi Stok (Unit)	Produksi Lembur	Tambahannya Unit		Biaya Inventory -	Biaya Lembur	Perubahan Pekerja	Total
					P+OT+D	Akumulasi				
Januari	100.000	62.681	37.319	-	37.319	37.319	447.828.000	-	-	447.828.000
Februari	100.000	64.579	35.421	-	35.421	72.740	872.880.000	-	-	872.880.000
Maret	100.000	71.412	28.588	-	28.588	101.328	1.215.938.400	-	-	1.215.938.400
April	100.000	71.412	28.588	-	28.588	129.916	1.558.996.800	-	-	1.558.996.800
Mei	100.000	71.412	28.588	-	28.588	158.505	1.902.055.200	-	-	1.902.055.200
Juni	100.000	72.171	27.829	-	27.829	186.334	2.236.003.200	-	-	2.236.003.200
Juli	100.000	71.412	28.588	-	28.588	214.922	2.579.061.600	-	-	2.579.061.600
Agustus	100.000	71.412	28.588	-	28.588	243.510	2.922.120.000	-	-	2.922.120.000
September	100.000	62.681	37.319	-	37.319	280.829	3.369.948.000	-	-	3.369.948.000
Oktober	100.000	79.763	20.237	-	20.237	301.066	3.612.792.000	-	-	3.612.792.000
November	100.000	72.171	27.829	-	27.829	328.895	3.946.740.000	-	-	3.946.740.000
Desember	100.000	72.171	27.829	-	27.829	356.724	4.280.688.000	-	-	4.280.688.000
Total										28.945.051.200

1000 Solution					
	Demand	Regular time Capacity	Regular time production	Inventory (end PD)	Units decrease
April	71412	100000	70269	11042	0
May	71412	100000	70269	9899	0
June	72171	100000	70269	7997	0
July	71412	100000	70269	6854	0
August	71412	100000	70269	5711	0
September	62681	100000	70269	13299	0
October	79763	100000	70269	3805	0
November	72171	100000	70269	1903	0
December	72171	100000	70268	0	1
Total(units)	843277	1200000	843227	93661	1
Subtotal Costs			@\$25000 ...	@\$12000 ...	@\$0 /unit
Total Cost	\$2220461000		\$2108067...	\$1123932...	\$0

Gambar 7. Mixed strategy

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa produksi dengan demand akan berpengaruh terhadap kondisi Stock tiap bulannya. Dengan Stok tersebut dapat dianalisis apakah

produksi pada tiap bulan memenuhi permintaan atau tidak. Dapat dilihat bahwa permintaan dengan produksi terpenuhi bahkan melebihi. Kelebihan ini berpengaruh terhadap kondisi stok dan pemenuhan permintaan pada bulan selanjutnya. Karena tiap bulannya permintaan sudah terpenuhi maka tidak diperlukan produksi lembur, biaya lembur maupun perubahan pekerja. Adapun biaya total pada perencanaan agregat ini sebesar Rp. 22.204.610.000,-.

b. Tenaga Kerja

1. Alternatif Tenaga Kerja Tetap, Untuk menghitung jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan biaya produksi pada setiap periode menggunakan rumus sebagai berikut :

Dimana :

- TK = tenaga kerja yang dibutuhkan tiap periode
 RMH = kebutuhan jam orang pada tiap periode
 UPRT = unit produk yang diproduksi pada jam regular
 UPOT = unit produk yang diproduksi pada jam lembur

Maka perhitungannya sebagai berikut :

$$TK = \frac{(\sum \text{permintaan} - \text{inventory awal}) \times \text{waktu baku}}{\sum \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{421.613}{1.920}$$

$$= 219,59$$

$$= 220 \text{ Orang}$$

$$RMH = TK \times \text{Jam Kerja} \times \text{Hari Kerja Per periode}$$

$$= 220 \times 8 \times 20$$

$$= 35.200 \text{ Unit}$$

$$UPRT = \frac{RMH}{\text{Waktu Baku}}$$

$$= \frac{35.200}{0,5}$$

$$= 70400 \text{ Unit}$$

$$UPOT = \text{UPRT} \times \text{Maksimal Overtime}$$

$$= 0 \text{ Unit (Karena tidak ada lembur)}$$

$$\text{Inventory Akhir} = (\text{Inventory Awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{Permintaan}$$

$$= 7.769$$

$$\text{Biaya Per periode} = (\text{UPRT} \times \text{biaya Regular Time}) + (\text{UPOT} \times \text{biaya Overtime}) + (\text{hiring} \times \text{biaya hiring}) + (\text{lay off} \times \text{biaya lay off}) + (\text{inventory akhir} \times \text{biaya inventory})$$

$$= \text{Rp } 1.853.228.000$$

Berikut adalah hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 14 dimana pada setiap bulan tidak membutuhkan penambahan jam kerja lembur karena jumlah produksi dan inventori memenuhi permintaan.

Tabel 14. Alternatif Tenaga Kerja Tetap

Tahun 2022	Hari kerja	Demand	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya per Periode
Januari	20	62.681	35200	70400	0	0	0	7.769	Rp 1.853.228.000
Februari	20	64.579	35200	70400	0	0	0	13.590	Rp 1.923.080.000
Maret	20	71.412	35200	70400	0	0	0	12.578	Rp 1.910.938.400
April	20	71.412	35200	70400	0	0	0	11.566	Rp 1.898.796.800
Mei	20	71.412	35200	70400	0	0	0	10.555	Rp 1.886.655.200
Juni	20	72.171	35200	70400	0	0	0	8.784	Rp 1.865.403.200
Juli	20	71.412	35200	70400	0	0	0	7.772	Rp 1.853.261.600
Agustus	20	71.412	35200	70400	0	0	0	6.760	Rp 1.841.120.000
September	20	62.681	35200	70400	0	0	0	14.479	Rp 1.933.748.000
Oktober	20	79.763	35200	70400	0	0	0	5.116	Rp 1.821.392.000
November	20	72.171	35200	70400	0	0	0	3.345	Rp 1.800.140.000
Desember	20	72.171	35200	70400	0	0	0	1.574	Rp 1.778.888.000
Total	240	843276	422400	844800	0	0	0	103888	Rp 22.366.651.200

2. Alternatif Tenaga Kerja Berubah, Untuk menghitung jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan biaya produksi pada setiap periode menggunakan rumus yang sama seperti perhitungan

sebelumnya tetapi yang membedakan terdapat pada tenaga kerja yang berubah pada tiap bulan sehingga untuk penambahan jam kerja sedikit digunakan pada perencanaan produksi. Berikut rumus yang digunakan pada alternatif tenaga kerja berubah.

- TK = tenaga kerja yang dibutuhkan tiap periode
- RMH = kebutuhan jam orang pada tiap periode
- UPRT = unit produk yang diproduksi pada jam regular
- UPOT = unit produk yang diproduksi pada jam lembur
- Hirring = Penambahan Tenaga Kerja
- Lay off = Pengurangan Tenaga Kerja

Maka perhitungannya sebagai berikut :

$$TK = \frac{(permintaan - inventori awal) \times waktu baku}{Hari Kerja \times jam kerja}$$

$$= \frac{31.315,5}{160} = 195,72 = 196 \text{ Orang}$$

$$RMH = TK \times Jam Kerja \times Hari Kerja \text{ Per periode}$$

$$= 196 \times 8 \times 20 = 31.360 \text{ Unit}$$

$$UPRT = \frac{RMH}{Waktu Baku} = 62.720 \text{ Unit}$$

$$UPOT = UPRT \times \text{Maksimal Overtime} = 0 \times 0,5 = 0 \text{ Unit}$$

Hirring = 96 Orang (karena tenaga kerja awal hanya 100 orang maka ditambah 96 orang untuk memenuhi tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 196 orang)

Lay Off = 0 Orang (karena tidak ada pengurangan tenaga kerja)

$$Inventory Akhir = (Inventory Awal + UPRT + UPOT) - Permintaan = 89$$

$$\text{Biaya Per periode} = (UPRT \times \text{biaya Regular Time}) + (UPOT \times \text{biaya Overtime}) + (\text{hirring} \times \text{biaya hirring}) + (\text{lay off} \times \text{biaya lay off}) + (\text{inventory akhir} \times \text{biaya inventory}) = \text{Rp. 1.577.204.359.000}$$

Berikut adalah hasil perhitungan Alternatif Tenaga Kerja Berubah dapat dilihat pada Tabel 4.15 dimana Pada bulan Februari, juni dan oktober membutuhkan penambahan jam kerja lembur.

Tabel 15. Alternatif Tenaga Kerja Berubah

Tahun 2022	Hari kerja	Tenaga Kerja Dipakai	Demand	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya per Periode
Januari	20	196	62681	31360	62720	0	96	0	89	Rp 1.577.204.359
Februari	20	202	64579	31360	62720	31360	102	0	29590	Rp 3.499.710.156
Maret	20	131	71412	31360	62720	0	31	0	20898	Rp 1.821.387.316
April	20	158	71412	31360	62720	0	58	0	12206	Rp 1.719.394.475
Mei	20	185	71412	31360	62720	0	85	0	3515	Rp 1.617.401.634
Juni	20	215	72171	31360	62720	31360	115	0	25424	Rp 3.450.820.056
Juli	20	144	71412	31360	62720	0	44	0	16732	Rp 1.772.497.216
Agustus	20	171	71412	31360	62720	0	71	0	8040	Rp 1.670.504.375
September	20	171	62681	31360	62720	0	71	0	8079	Rp 1.670.962.016
Oktober	20	224	79763	31360	62720	31360	124	0	22396	Rp 3.415.293.063
November	20	156	72171	31360	62720	0	56	0	12945	Rp 1.728.061.484
Desember	20	185	72171	31360	62720	0	85	0	3494	Rp 1.617.159.906
Total	240	2135	843276	376320	752640	94080	935	0	163408	Rp 25.560.396.056

c. Metode Transportasi

1. Alternatif Tenaga Kerja Tetap, Pada bulan Januari diketahui permintaan produksi sebesar 62681 unit untuk menentukan rencana produksi dan biaya produksi dalam bulan menggunakan rumus sebagai berikut.:

Dimana :

RT = *Regular Time*

OT = *Overtime*

K = Kapasitas produksi

R = Rencana produksi pada periode t

B = Biaya produksi pada periode t

Maka perhitungannya sebagai berikut :

$$RT = \frac{RMH}{Waktu\ Baku}$$

$$= \frac{35.200}{0,5}$$

$$= 70.400\ Unit$$

$$OT = RT \times Max\ Overtime$$

$$= 70.400 \times 0,5$$

$$= 35.200\ Unit$$

$$K = RT$$

$$= 70.400\ Unit$$

$$R = 62.681\ Unit$$

$$Total\ Rencana\ Produks = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$= 843.276$$

$$Biaya\ per\ periode = Rencana\ produksi \times Biaya\ Produksi$$

$$= 62.681 \times 25.000$$

$$= Rp\ 1.567.025.000$$

$$Total\ Biaya\ Produksi = B_1 + B_2 + B_3 + \dots + B_n$$

$$= Rp\ 21.575.275.000$$

Hasil perencanaan produksi agregat dengan metode transportasi alternatif tenaga kerja tetap dapat dilihat pada Tabel 16 dibawah ini :

Tabel 16. ATK1

Tahun 2022	Demand	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		Total Rencana Produksi														
		RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT															
Januari	62681	70400	35200																							62681														
Februari	64579			70400	35200																					64579														
Maret	71412					70400	35200																			71412														
April	71412							34188	70400	35200																71412														
Mei	71412										34188	70400	35200													71412														
Juni	72171													34188	70400	35200										72171														
Juli	71412																33429	70400	35200							71412														
Agustus	71412																									71412														
September	62681																									62681														
Oktober	79763																									79763														
November	72171																									72171														
Desember	72171																									72171														
Total Rencana Produksi		62681		64579		70400		70400		70400		70400		70400		70400		62681		70400		70400		70400		823541														
Biaya		1.567.025.000		1.614.475.000		1.760.000.000		50.590.000		1.760.000.000		50.590.000		1.760.000.000		88.550.000		1.760.000.000		50.590.000		1.567.025.000		1.760.000.000		468.150.000		1.760.000.000		88.550.000		1.760.000.000		88.550.000		1.760.000.000		1.771	19735	21.575.275.000

Aggregate Planning/Aggregate Planning Results														
1000 Solution														
Optimal cost = \$21,302,740,000	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Excess Capacity	Capacity
Init Inventory	50													50
January RegTime	57822												12578	70400
January Overtime													35200	35200
February RegTime	4809	64579	1012											70400
February Overtime													35200	35200
March RegTime			70400											70400
March Overtime													35200	35200
April RegTime				70400										70400
April Overtime													35200	35200
May RegTime				1012	69388									70400
May Overtime													35200	35200
June RegTime					2024	68376								70400
June Overtime													35200	35200
July RegTime						3795	66							70400
July Overtime													35200	35200
August RegTime							4807	65593						70400
August Overtime													35200	35200
September RegTime								5819	62681	1900				70400
September Overtime													35200	35200
October RegTime										70400				70400
October Overtime													7463	27737

Gambar 8. ATKT

- Aternatif Tenaga Kerja Berubah, Pada bulan Januari diketahui permintaan produksi sebesar 86827 unit untuk menentukan rencana produksi dan biaya produksi dalam bulan menggunakan rumus sebagai berikut.:

Dimana :

 - RT = *Regular Time*
 - OT = *Overtime*
 - K = Kapasitas produksi
 - R = Rencana produksi pada periode t
 - B = Biaya produksi pada periode t

Maka perhitungannya sebagai berikut :

$$RT = \frac{RMH}{Waktu\ Baku}$$

$$= \frac{31.360}{0,5}$$

$$= 62.720\ \text{Unit}$$

$$OT = RT \times \text{Max Overtime}$$

$$= 62.720 \times 0,5$$

$$= 31.360\ \text{Unit}$$

$$K = RT$$

$$= 62.720\ \text{Unit}$$

$$R = 62.681\ \text{Unit}$$

$$\text{Total Rencana Produk} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$= 843.276$$

$$\text{Biaya per periode} = \text{Rencana produksi} \times \text{Biaya Produksi}$$

$$= 62.681 \times 25.000$$

$$= \text{Rp } 1.567.025.000$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = B_1 + B_2 + B_3 + \dots + B_n$$

$$= \text{Rp } 25.613.475.000$$

Hasil perencanaan produksi agregat dengan metode transportasi alternatif tenaga kerja berubah dapat dilihat pada tabel 17 dibawah ini :

Tabel 17. ATKB

Tahun 2022	Demand	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		Total Rencana Produksi		
		RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT	RT	OT			
Januari	62681	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62720	31360	62681		
Februari	64579			62720	31360																					64579		
Maret	71412					29501	62720	31360																		71411,8		
April	71412								22668	62720	31360															71411,8		
Mei	71412											22668	62720	31360												71411,8		
Juni	72171														21909	62720	31360									72171		
Juli	71412																									71411,8		
Agustus	71412																									71411,8		
September	62681																									62681		
Oktober	79763																									79763		
November	72171																									72171		
Desember	72171																									72171		
Total Rencana Produksi		RT	OT	62681	62720	1859	62720	8692	62720	8692	62720	8692	62720	9451	62720	8692	62720	8692	62681	62720	17043	62720	9451	72171	72171	762013		
Biaya		RT	OT	1.567.025.000	0	1.568.000.000	92.950.000	1.568.000.000	434.590.000	1.568.000.000	434.590.000	1.568.000.000	434.590.000	1.568.000.000	472.550.000	1.568.000.000	434.590.000	1.568.000.000	434.590.000	1.567.025.000	0	1.568.000.000	882.150.000	1.568.000.000	472.550.000	1.804.275.000	2.300.000.000	25.613.475.000

1000 Solution	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Excess Capacity	Capacity	
Optimal cost =	\$23.346.420.000														
Init Inventory	50													50	
January RegTime	62631	89												62720	
January Overtime													31360	31360	
February RegTime		62720												62720	
February Overtime													31360	31360	
March RegTime			1731	60989										62720	
March Overtime													31360	31360	
April RegTime				62720										62720	
April Overtime													31360	31360	
May RegTime					62720									62720	
May Overtime													31360	31360	
June Overtime													35200	35200	
July RegTime						3795	66605							70400	
July Overtime													35200	35200	
August RegTime							4807	65593						70400	
August Overtime													35200	35200	
September RegTime								5819	62681	1900				70400	
September Overtime													35200	35200	
October RegTime										70400				70400	
October Overtime										7463				35200	
November RegTime											70400			70400	
November Overtime											22			35200	
December RegTime											1749	72171		73920	
December Overtime													35200	35200	
Demand	62681	64579	71412	71412	71412	72171	71412	71412	62681	79763	72171	72171	427493		

Gambar 8. ATKT

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh hasil peramalan menggunakan metode *Algoritma Fuzzy Time Series Averte – Based* menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 10,6% dan menyatakan hasil tergolong Baik. Untuk Strategi Perencanaan Agregat pada produk *Accelera* selama 12 bulan dengan *Level strategy* memperoleh biaya sebesar Rp. 22.209.760.000. Sedangkan *Chase strategy* memperoleh biaya sebesar Rp. 21.080.670.000 dan Untuk *Mixed strategy* memperoleh biaya sebesar Rp. 22.204.610.000. Kemudian metode transportasi alternatif tenaga kerja tetap menghasilkan biaya sebesar Rp. 21.302.740.000. Sedangkan alternatif tenaga kerja berubah sebesar Rp. 23.346.420.000. Maka perhitungan Strategi perencanaan agregat metode *Chase strategy* merupakan metode terbaik yang dapat digunakan untuk

memenuhi permintaan produksi dengan meminimumkan biaya produksi. Penelitian ini masih memiliki kekurangan dalam segi pengembangan aplikasi untuk peramalan. Selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan penelitian ini dengan aplikasi peramalan metode *Algoritma Fuzzy Time Series Average – Based* atau metode *Fuzzy Time Series* lainnya seperti *Fuzzy Time Series Chen* guna memperoleh hasil perencanaan produksi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indiyanto Rus, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Klaten: Yayasan Humaniora, 2008.
- [2] G. Patrobas, A. Hassan, and J. Pondaag, “Analisis Perencanaan Produksi Tepung Kelapa Dengan Metode Agregat Planning Pada PT. Tropica Coco Prima Di Lelema Minahasa Selatan,” *Jurnal EMBA*, vol. 9, no. 3, pp. 1173–1182, 2021.
- [3] R. Ginting and D. Pitaloka, “Perencanaan Agregat Pada Produk Raket Nyamuk Dengan Metode Transportasi,” *Talenta Conference Series*, vol. 3, no. 2, pp. 45–51, 2020, doi: 10.32734/ee.v3i2.972.
- [4] F. A. Reicita, “Analisis Perencanaan Produksi Pada PT. Armstrong Industri Indonesia Dengan Metode Forecasting dan Agregat Planning,” *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 7, no. 3, pp. 160–168, 2019.
- [5] I. Imani Khoirul Akbar, B. Rahmat, and F. Tri Anggraeny, “Implementasi Algoritma Fuzzy Time Series Average-Based Untuk Memprediksi Intensitas Sampah Tempat Pemrosesan Akhir,” *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, vol. 02, no. 2, pp. 272–130, 2021.
- [6] A. I. Hamdani, Y. A. Pranoto, and N. Vendyansyah, “Penerapan Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Penjualan Berbasis Web Pada CV. Agva Kota Pasuruan,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [7] A. S. Yani, “Analisis Perencanaan Agregat Dengan Metode Transportasi Untuk Optimalisasi Biaya (Studi Kasus Pada UKM Produk Tas Wanita),” *Bisnis dan Industri (EBI)*, vol. 02, no. 02, pp. 1–10, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.cic.ac.id/EBI>
- [8] R. Tri Vuldari, S. Siswanti, D. Tri Laksono, P. Studi Teknik Informatika, and S. Sinar Nusantara Surakarta, “Penerapan Algoritma Fuzzy Time Series Average-Based untuk Memprediksi Penjualan Kelapa,” *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science Education*, vol. 2, no. 1, pp. 130–135, 2020, [Online]. Available: <http://mass.iain-jember.ac.id>
- [9] K. Rachmawansah, *Average Based Fuzzy Time Series Untuk Peramalan Kurs Valuta Asing*. 2014.
- [10] D. R. Y. D. R. P. A. P. Dhebys Suryani, “Sistem Peramalan Hasil Panen Dan Permintaan Pasar Buah Apel Menggunakan Metode Fuzzy Time Series (Studi Kasus Dinas Pertanian Kota Batu),” *SIAP*, pp. 458–462, 2020.
- [11] S. Efendi, D. Pratiknyo, and I. Edi Sugiono, *Manajemen Operasional*. 2019.