

## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan data, pengolahan data dan analisis data. Pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder.

#### 4.1. Pengumpulan Data

##### 4.1.1. Data Permintaan Produksi

Pengolahan data peramalan produk begel menggunakan data permintaan dimulai pada bulan Januari 2018 sampai Desember 2018. Berikut data permintaan produk begel dapat di lihat pada tabel 4.1. di bawah ini.

Tabel 4. 1. Data Permintaan Produk dalam Satuan Unit

No.	Bulan	Jenis							Total
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	
1	Januari	26572	23736	16460	13566	9984	7658	5967	103943
2	Februari	32890	32136	20220	16490	9248	6916	7657	125557
3	Maret	34086	36384	23940	13379	10352	9884	7176	135201
4	April	27560	39024	27240	11135	12240	10290	9685	137174
5	Mei	25090	34968	23760	17068	10720	9128	7410	128144
6	Juni	26572	38664	25140	13685	10432	11886	8619	134998
7	Juli	29250	36360	21520	17901	11072	11242	6110	133455
8	Agustus	38376	32160	28120	20451	12752	9828	7176	148863
9	September	33800	39192	30700	19346	13376	11676	9360	157450
10	Oktober	35360	29160	23740	12461	10864	7280	7007	125872
11	November	28860	24552	19880	14161	11440	7756	6955	113604
12	Desember	25064	27120	18560	11985	9760	8540	6474	107503
	Total	363480	393456	279280	181628	132240	112084	89596	1551764

Sumber data: UD. Wahib, 2019

##### 4.1.2. Data Jam Kerja dan Kapasitas Produksi

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan pimpinan perusahaan yang telah dilakukan selama penelitian bahwa Produksi begel pada UD. Wahib memiliki 4 karyawan dalam satu departemen dengan menggunakan sistem kerja *non shift* selama 8 jam kerja dan hanya selama 6,5 aktif bekerja. Data jam kerja dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4. 2. Data Jam Kerja

Data Jam Kerja	
Jam Kerja	6,5 Jam
Istirahat	1 Jam
Kelonggaran	30 menit $\approx$ 0,077 Jam Kerja
Max <i>Over time</i>	3 jam $\approx$ 0,46 Jam Kerja
Waktu Baku	19 detik $\approx$ 0,00528 Jam

Sumber data: UD. Wahib, 2019

Proses produksi setiap harinya dilakukan secara berurutan dari jenis A1-B3, untuk mengoptimalkan proses produksi perusahaan menentukan jam kerja beserta kapasitas produksi pada masing-masing jenis produk yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 3. Data Kapasitas Produksi

Jenis	Jam Kerja	Kapasitas produksi waktu reguler (unit)	Kapasitas produksi waktu lembur (unit)
A1	1,5 Jam	284	131
A2	1,4 Jam	265	122
A3	1,3 Jam	246	113
A4	0,8 Jam	152	70
B1	0,6 Jam	114	52
B2	0,5 Jam	95	44
B3	0,4 Jam	76	35

Sumber Data: UD. Wahib, 2019

#### 4.1.3. Data Biaya Produksi

Data biaya produksi merupakan semua data yang berkaitan dari adanya proses produksi yang meliputi:

##### 1. Biaya *Reguler time* dan Biaya *Over Time*

Dalam produksinya UD. Wahib menggunakan sistem borong untuk mengupah karyawannya yaitu sebesar Rp1.000/kg untuk waktu reguler dan Rp1.500/kg untuk waktu lembur. Biaya per unit dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 4. 4. Data Biaya Produksi

Jenis	Unit Per Kg	Biaya <i>reguler time/unit</i>	Biaya <i>over time/unit</i>
A1	26	Rp38	Rp58
A2	24	Rp42	Rp63
A3	20	Rp50	Rp75
A4	17	Rp59	Rp88
B1	16	Rp63	Rp94
B2	14	Rp71	Rp107
B3	13	Rp77	Rp115

Sumber Data: UD. Wahib, 2019

##### 2. Biaya *Inventory*

Biaya *inventory* merupakan biaya yang diakibatkan adanya kebijakan terhadap persediaan dalam mengantisipasi adanya permintaan yang tinggi pada waktu tertentu, biaya tersebut meliputi:

Biaya listrik	: Rp600.000/tahun
Biaya pajak bangunan	: Rp70.000/tahun
Biaya penyusutan bangunan	: Rp4.000.000/tahun
Biaya penyusutan peralatan	: Rp500.000/tahun +

Total : Rp5.170.000/tahun

$$\begin{aligned} \text{Biaya inventory/unit} &= \frac{\text{Total biaya inventory}}{\text{Rata-rata unit produksi pertahun}} \\ &= \frac{\text{Rp5.170.000}}{1.551.764 \text{ unit}} = \text{Rp3,331/unit (Rp3/unit)} \end{aligned}$$

Berikut tabel *inventory* awal pada masing-masing jenis per Januari 2019.

Tabel 4. 5. *Inventory* Awal

Jenis						
A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3
10400	9600	8000	5950	4800	3500	2600

Sumber Data: UD. Wahib, 2019

### 3. Biaya *Hiring* dan Biaya *Layoff*

Biaya *hiring* merupakan biaya yang diakibatkan adanya penambahan tenaga kerja baru, biaya ini diakibatkan adanya penambahan fasilitas kerja meliputi meja kerja, kursi dan alat kerja. Total biaya *hiring* diakumulasikan sebesar Rp35.000/orang.

Biaya *layoff* merupakan biaya pengurangan atau pemberhentian sementara tenaga kerja, biaya ini merupakan bentuk pesangon dari perusahaan. Besaran biaya ini yaitu Rp45.000/orang.

## 4.2. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data berisi perhitungan menggunakan metode yang telah ditentukan yaitu metode peramalan, terdiri dari 3 metode yaitu *moving average*, *double eksponential Smoothing holt* dan Trend analisis *least square*. Perhitungan yang kedua yaitu perencanaan agregat dengan menggunakan metode transportasi, metode ini terdapat 2 alternatif yaitu alternatif tenaga tetap dan alternatif tenaga berubah.

### 4.2.1. Peramalan

Tahap pertama yaitu peramalan dengan menggunakan 3 metode antara lain metode *moving average*, *double eksponential smoothing holt* dan trend analisis

*least square*. Berikut hasil perhitungan dari 3 metode peramalan tersebut di bawah ini:

### 1. *Moving Average*

Perhitungan peramalan menggunakan metode *moving average* secara manual menggunakan MA=1, sebagai contoh di bawah ini peramalan pada bulan Februari 2018 pada jenis produk A1. (*data terlampir, lampiran 2 halaman 60*)

Dimana:

$n$  : jumlah periode dalam rata-rata bergerak

$$\text{Rata-Rata Bergerak} = \frac{\sum \text{permintaan dalam periode } n \text{ sebelumnya}}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata bergerak} &= \frac{26572}{1} \\ &= 26572 \text{ unit} \end{aligned}$$

### 2. *Double Eksponential Smoothing Holt*

Perhitungan peramalan menggunakan metode *double eksponential smoothing holt* menggunakan 2 parameter yaitu  $\alpha$  (0,15) dan  $\beta$  (0,6). Pembobotan pada nilai konstanta tersebut di asumsikan pada hasil peramalan yang akan stabil pada waktu yang panjang. Metode ini menggunakan 3 persamaan, sebagai contoh di bawah ini peramalan pada bulan Februari 2018 pada jenis produk A1: (*data terlampir, lampiran 3 halaman 67*)

a. Menghitung  $S'_t$ , peramalan yang dihaluskan untuk periode  $t$ , menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} S'_t &= \alpha X_t + (1 - \alpha)(S'_{t-1} + T_{t-1}) \\ S'_t &= 0,15 \times 32890 + (1 - 0,15) \times (26572 - 3055) \\ S'_t &= 24922,95 \end{aligned}$$

b. Menghitung tren yang dihaluskan,  $T_t$ , menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} T_t &= \beta(S'_t - S'_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ T_t &= 0,6 \times (24922,95 - 26572) + (1 - 0,6) \times 3055 \\ T_t &= 232,57 \end{aligned}$$

c. Menghitung peramalan dengan tren,  $F_{t+m}$ , dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} F_{t+m} &= S'_t + T_t m \\ F_{t+m} &= 24922,95 + (232,57 \times 1) \end{aligned}$$

$$F_{t+m} = 25155,52 \text{ unit}$$

Inialisasi

$$S'_1 = X_1$$

$$T_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_4 - X_3)}{2}$$

Dimana:

$X_t$  = Data *demand* pada periode t

$S'_t$  = Nilai *single exponential smoothing*

$T_t$  = Nilai *trend* pada periode ke-t

$\alpha, \beta$  = Parameter pemulusan antara 0-1

$F_{t+m}$  = Ramalan m periode yang akan diramalkan

M = Jumlah periode ke muka yang akan diramalkan

### 3. Trend Analisis *Least Square*

Perhitungan peramalan menggunakan metode trend analisis *least square* yaitu dengan menggunakan metode kuadrat yang terkecil dapat memperoleh besarnya nilai yang digunakan pada titik tengah maka harga konstan a dan b diperoleh dari persamaan. Sebagai contoh di bawah ini peramalan pada bulan Januari 2018 pada jenis produk A1. (*data terlampir, lampiran 4 halaman 74*)

$$a = \frac{\sum y}{n} = \frac{363480}{12} = 30290$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{29796}{572} = 52,0909$$

$$\hat{y} = a + bx$$

$$= 30290 + (52,0909 \times (-11)) = 29717 \text{ unit}$$

Dimana:

$\hat{Y}$  = nilai ramalan pada periode ke-t

a = nilai trend pada nilai dasar

b = tingkat perkembangan nilai yang diramal

x = unit periode yang dihitung dari periode dasar

n = banyaknya data

Proses selanjutnya setelah melakukan peramalan dengan menggunakan 3 metode di atas, langkah selanjutnya yaitu dengan memilih peramalan yang terbaik dengan menghitung nilai MSE (*Mean Square Error*) yang terkecil dari

masing-masing metode. Berikut ini adalah contoh perhitungan MSE Jenis A1 pada metode *moving average*.

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \frac{\sum(\text{Kesalahan peramalan})^2}{n} \\ &= \frac{262721992}{12} = 21893499,33 \end{aligned}$$

Tabel 4. 6. Hasil Peramalan dengan Nilai MSE Terkecil

Jenis Produk	Metode Peramalan		
	Moving Average	Double Eksponential Smoothing Holt	Trend Analisis Least Square
A1	21893499,33	105820727,14	17966952,94
A2	27212784	120217431,56	27176218,52
A3	22917166,67	47644815,37	15531597,05
A4	12536266,08	49599577,39	8390574,78
B1	1733674,67	30780233,61	1249234,87
B2	3706376,33	24020044,90	2753286,85
B3	2832651,25	5300024,43	1292511,15

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Tabel di atas menyebutkan, hasil peramalan yang telah dilakukan berdasarkan data dari bulan Januari 2018 sampai Desember 2018 menghasilkan peramalan yang terbaik berdasarkan nilai MSE terkecil yaitu peramalan dengan menggunakan metode trend analisis least square, peramalan ini akan menjadi dasar dalam proses perencanaan agregat pada tahapan selanjutnya. Hasil peramalan dapat dilihat pada tabel 4.7. di bawah ini.

Tabel 4. 7. Peramalan Permintaan Tahun 2019 dalam Satuan Unit

Bulan	Hari Kerja	Peramalan Permintaan Tahun 2019							Total
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	
Januari	26	30967	30709	24481	15378	11776	9509	7313	130133
Februari	23	31071	30389	24666	15415	11892	9535	7289	130257
Maret	26	31176	30069	24852	15452	12009	9561	7265	130384
April	24	31280	29749	25038	15489	12125	9587	7242	130510
Mei	25	31384	29429	25224	15526	12241	9613	7218	130635
Juni	17	31488	29109	25409	15564	12358	9639	7195	130762
Juli	27	31592	28789	25595	15601	12474	9665	7171	130887
Agustus	25	31696	28470	25781	15638	12590	9691	7147	131013
September	25	31801	28150	25966	15675	12706	9717	7124	131139
Oktober	27	31905	27830	26152	15712	12823	9742	7100	131264
November	25	32009	27510	26338	15750	12939	9768	7076	131390
Desember	25	32113	27190	26524	15787	13055	9794	7053	131516
Total	295	378482	347393	306026	186987	148988	115821	86193	1569890

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

#### 4.2.2. Perencanaan Agregat

Perencanaan agregat merupakan tahapan selanjutnya setelah melakukan peramalan, tahapan ini terdiri dari dua alternatif yaitu alternatif tenaga kerja tetap dan alternatif tenaga kerja berubah.

##### 4.2.2.1 Alternatif Tenaga Kerja Tetap

Alternatif tenaga kerja tetap digunakan untuk menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja tetap yang dibutuhkan pada setiap periode. Perhitungan biaya produksi A1 pada bulan Januari dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TK Tetap} &= \frac{\Sigma \text{permintaan} - \text{inventory awal}}{\Sigma \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\ &= \frac{1569890 - 44850}{295 \times 6,5} \times 0,00528 \\ &= 4,2 / 4 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\ &= 4 \times 1,6 \times 26 \\ &= 166 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\ &= \frac{166}{0,00528} \\ &= 31515 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPOT} &= \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime} \\ &= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventori Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (52000 + 31515 + 0) - 30967 \\ &= 10948 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (31515 \times 38) + (0 \times 58) + (10948 \times 3) \\ &= \text{Rp}1.230.414 \end{aligned}$$

Tabel 4. 8. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap Produk A1

Rencana Produksi Agregat Jenis A1								
Bulan	Hari Kerja	Demand	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	30967	10400	166	31515		10948	Rp1.230.414
Februari	23	31071	10948	147	27879		7756	Rp1.082.670
Maret	26	31176	7756	166	31515		8095	Rp1.221.855
April	24	31280	8095	154	29091		5906	Rp1.123.176
Mei	25	31384	5906	160	30303		4825	Rp1.165.989
Juni	17	31488	4825	109	20606	9479	3422	Rp1.343.076
Juli	27	31592	3422	173	32727		4557	Rp1.257.297
Agustus	25	31696	4557	160	30303		3164	Rp1.161.006
September	25	31801	3164	160	30303		1666	Rp1.156.512
Oktober	27	31905	1666	173	32727		2488	Rp1.251.090
November	25	32009	2488	160	30303		782	Rp1.153.860
Desember	25	32113	782	160	30303	13939	12911	Rp1.998.709
Total	295	378482		1888	357575	23418	66520	Rp15.145.654

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 30967 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 31515 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Sementara itu pada bulan Juni dan Desember membutuhkan penambahan jam kerja untuk memenuhi permintaan yang melampaui jumlah produksi pada waktu reguler maksimal 0,46 jam dengan produksi sebanyak 9479 unit dan 13939 unit. Total biaya produksi A1 sebesar Rp15.145.645.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk A2, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{TK Tetap} &= \frac{\sum \text{permintaan} - \text{inventory awal}}{\sum \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\
 &= \frac{1569890 - 44850}{295 \times 6,5} \times 0,00528 \\
 &= 4,20 / 4 \text{ Orang}
 \end{aligned}$$



$$\text{RMH} = \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode}$$

$$= 4 \times 1,4 \times 26$$

$$= 146 \text{ jam}$$

$$\text{UPRT} = \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}}$$

$$= \frac{146}{0,00528}$$

$$= 27576 \text{ unit}$$

$$\text{UPOT} = \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime}$$

$$= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)}$$

$$\text{Inventori Akhir} = (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan}$$

$$= (9600 + 27576 + 0) - 30709$$

$$= 6467 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya perperiode} = (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + (\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori})$$

$$= (27576 \times 42) + (0 \times 63) + (6467 \times 3)$$

$$= \text{Rp}1.177.593$$

Tabel 4. 9. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap Produk A2

Rencana Produksi Agregat Jenis A2								
Bulan	Hari Kerja	Demand	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	30709	9600	146	27576		6467	Rp1.177.593
Februari	23	30389	6467	129	24394		472	Rp1.025.964
Maret	26	30069	472	146	27576	12685	10664	Rp1.989.339
April	24	29749	10664	134	25455		6370	Rp1.088.220
Mei	25	29429	6370	140	26515		3456	Rp1.123.998
Juni	17	29109	3456	95	18030	8294	671	Rp1.281.795
Juli	27	28789	671	151	28636		518	Rp1.204.266
Agustus	25	28470	518	140	26515	12197	10760	Rp1.914.321
September	25	28150	10760	140	26515		9125	Rp1.141.005
Oktober	27	27830	9125	151	28636		9931	Rp1.232.505
November	25	27510	9931	140	26515		8936	Rp1.140.438
Desember	25	27190	8936	140	26515		8261	Rp1.138.413
Total	295	347393		1652	312878	33176	75631	Rp15.457.857

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 30709 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak

27576 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan januari. Sementara itu pada bulan Maret, Juni dan Agustus membutuhkan penambahan jam kerja maksimal 0,46 jam dengan produksi sebanyak 12685, 8294 dan 12197 unit. Total biaya produksi A2 sebesar Rp15.457.857.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk A3, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TK Tetap} &= \frac{\Sigma \text{permintaan} - \text{inventory awal}}{\Sigma \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\ &= \frac{1569890 - 44850}{295 \times 6,5} \times 0,00528 \\ &= 4,20 / 4 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\ &= 4 \times 1,2 \times 26 \\ &= 125 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\ &= \frac{125}{0,00528} \\ &= 23636 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPOT} &= \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime} \\ &= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventori Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (8000 + 23636 + 0) - 24481 \\ &= 7155 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (23636 \times 50) + (0 \times 75) + (7155 \times 3) \\ &= \text{Rp}1.203.265 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap Produk A3

Rencana Produksi Agregat Jenis A3								
Bulan	Hari Kerja	Demand	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	24481	8000	125	23636		7155	Rp1.203.265
Februari	23	24666	7155	110	20909		3398	Rp1.055.644
Maret	26	24852	3398	125	23636		2182	Rp1.188.346
April	24	25038	2182	115	21818	10036	8998	Rp1.870.594
Mei	25	25224	8998	120	22727		6501	Rp1.155.853
Juni	17	25409	6501	82	15455	7109	3656	Rp1.316.893
Juli	27	25595	3656	130	24545		2606	Rp1.235.068
Agustus	25	25781	2606	120	22727	10455	10007	Rp1.950.496
September	25	25966	10007	120	22727		6768	Rp1.156.654
Oktober	27	26152	6768	130	24545		5161	Rp1.242.733
November	25	26338	5161	120	22727		1550	Rp1.141.000
Desember	25	26524	1550	120	22727	10455	8208	Rp1.945.099
Total	295	306026		1417	268179	38055	66190	Rp16.461.645

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 24481 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 23636 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Sementara itu pada bulan April, Juni, Agustus dan Desember membutuhkan penambahan jam kerja maksimal 0,46 jam dengan produksi sebanyak 10036, 7109, 10455 dan 10455 unit. Total biaya produksi A3 sebesar Rp16.461.645.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk A4, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{TK Tetap} &= \frac{\Sigma \text{permintaan} - \text{inventory awal}}{\Sigma \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\
 &= \frac{1569890 - 44850}{295 \times 6,5} \times 0,00528 = 4,20 / 4 \text{ Orang}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\
 &= 4 \times 0,8 \times 26 = 83 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\
 &= \frac{83}{0,00528} = 15758 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\text{UPOT} = \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime}$$

= 0 unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)

$$\begin{aligned} \text{Inventori Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (5950 + 15758 + 0) - 15378 \\ &= 6330 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (1578 \times 59) + (0 \times 88) + (7155 \times 3) \\ &= \text{Rp}948.712 \end{aligned}$$

Tabel 4. 11. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap Produk A4

Rencana Produksi Agregat Jenis A4								
Bulan	Hari Kerja	Demand	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	15378	5950	83	15758		6330	Rp948.712
Februari	23	15415	6330	74	13939		4854	Rp836.963
Maret	26	15452	4854	83	15758		5160	Rp945.202
April	24	15489	5160	77	14545		4216	Rp870.803
Mei	25	15526	4216	80	15152		3842	Rp905.494
Juni	17	15564	3842	54	10303	4739	3320	Rp1.034.869
Juli	27	15601	3320	86	16364		4083	Rp977.725
Agustus	25	15638	4083	80	15152		3597	Rp904.759
September	25	15675	3597	80	15152		3074	Rp903.190
Oktober	27	15712	3074	86	16364		3726	Rp976.654
November	25	15750	3726	80	15152		3128	Rp903.352
Desember	25	15787	3128	80	15152		2493	Rp901.447
Total	295	186987		943	178791	4739	47823	Rp11.109.170

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 15378 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 15758 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan penambahan jam kerja karena waktu reguler sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Sementara itu pada bulan Juni membutuhkan penambahan jam kerja maksimal 0,46 jam dengan produksi sebanyak 4739 unit. Total biaya produksi A4 sebesar Rp11.109.170.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk B1, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TK Tetap} &= \frac{\Sigma \text{permintaan} - \text{inventory awal}}{\Sigma \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\ &= \frac{1569890 - 44850}{295 \times 6,5} \times 0,00528 = 4,20 / 4 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\ &= 4 \times 0,6 \times 26 = 62 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\ &= \frac{62}{0,00528} = 11818 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPOT} &= \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime} \\ &= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventori Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (4800 + 11818 + 0) - 11776 \\ &= 4842 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (11818 \times 63) + (0 \times 94) + (4842 \times 3) \\ &= \text{Rp}759.060 \end{aligned}$$

Tabel 4. 12. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap Produk B1

Rencana Produksi Agregat Jenis B1								
Bulan	Hari Kerja	Demand	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	11776	4800	62	11818		4842	Rp759.060
Februari	23	11892	4842	55	10455		3405	Rp668.880
Maret	26	12009	3405	62	11818		3214	Rp754.176
April	24	12125	3214	58	10909		1998	Rp693.261
Mei	25	12241	1998	60	11364		1121	Rp719.295
Juni	17	12358	1121	41	7727	3555	45	Rp821.106
Juli	27	12474	45	65	12273	5645	5489	Rp1.320.296
Agustus	25	12590	5489	60	11364		4263	Rp728.721
September	25	12706	4263	60	11364		2921	Rp724.695
Oktober	27	12823	2921	65	12273		2371	Rp780.312
November	25	12939	2371	60	11364		796	Rp718.320
Desember	25	13055	796	60	11364	5227	4332	Rp1.220.266
Total	295	148988		708	134093	14427	34797	Rp9.908.388

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 11776 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 11818 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan penambahan jam kerja karena waktu reguler sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Sementara itu pada bulan Juni, Juli dan Desember membutuhkan penambahan jam kerja maksimal 0,46 jam dengan produksi sebanyak 3555, 5645 dan 5227 unit. Total biaya produksi B1 sebesar Rp9.908.388.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk B2, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TK Tetap} &= \frac{\Sigma \text{permintaan} - \text{inventory awal}}{\Sigma \text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\ &= \frac{1569890 - 44850}{295 \times 6,5} \times 0,00528 \\ &= 4,20 / 4 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\ &= 4 \times 0,5 \times 26 \\ &= 52 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\ &= \frac{52}{0,00528} \\ &= 9848 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPOT} &= \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime} \\ &= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventori Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (3500 + 9848 + 0) - 9509 \\ &= 3839 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (9848 \times 71) + (0 \times 107) + (3839 \times 3) \\ &= \text{Rp}710.725 \end{aligned}$$

Tabel 4. 13. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap Produk B2

Rencana Produksi Agregat Jenis B2								
Bulan	Hari Kerja	Demand	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	9509	3500	52	9848		3839	Rp710.725
Februari	23	9535	3839	46	8712		3016	Rp627.600
Maret	26	9561	3016	52	9848		3303	Rp709.117
April	24	9587	3303	48	9091		2807	Rp653.882
Mei	25	9613	2807	50	9470		2664	Rp680.362
Juni	17	9639	2664	34	6439	2962	2426	Rp781.381
Juli	27	9665	2426	54	10227		2988	Rp735.081
Agustus	25	9691	2988	50	9470		2767	Rp680.671
September	25	9717	2767	50	9470		2520	Rp679.930
Oktober	27	9742	2520	54	10227		3005	Rp735.132
November	25	9768	3005	50	9470		2707	Rp680.491
Desember	25	9794	2707	50	9470		2383	Rp679.519
Total	295	115821		590	111742	2962	34425	Rp8.353.891

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 9509 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 9848 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan penambahan jam kerja karena waktu reguler sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Sementara itu pada bulan Juni membutuhkan penambahan jam kerja maksimal 0,46 jam dengan produksi sebanyak 2962 unit. Total biaya produksi B2 sebesar Rp8.353.891.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk B3, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

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

$$= \frac{1569890 - 44850}{295 \times 6,5} \times 0,00528$$

$$= 4,20 / 4 \text{ Orang}$$

$$RMH = TK \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode}$$

$$= 4 \times 0,4 \times 26$$

$$= 42 \text{ jam}$$

$$UPRT = \frac{RMH}{\text{waktu baku}}$$

$$= \frac{42}{0,00528}$$

$$= 7879 \text{ unit}$$

$$\text{UPOT} = \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime}$$

$$= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)}$$

$$\text{Inventori Akhir} = (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan}$$

$$= (2600 + 7879 + 0) - 7313$$

$$= 3166 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya perperiode} = (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) +$$

$$(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori})$$

$$= (7879 \times 77) + (0 \times 115) + (3166 \times 3)$$

$$= \text{Rp}616.181$$

Tabel 4. 14. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap Produk B3

Rencana Produksi Agregat Jenis B3								
Bulan	Hari Kerja	Demand	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	7313	2600	42	7879		3166	Rp616.181
Februari	23	7289	3166	37	6970		2847	Rp545.231
Maret	26	7265	2847	42	7879		3461	Rp617.066
April	24	7242	3461	38	7273		3492	Rp570.497
Mei	25	7218	3492	40	7576		3850	Rp594.902
Juni	17	7195	3850	27	5152		1807	Rp402.125
Juli	27	7171	1807	43	8182		2818	Rp638.468
Agustus	25	7147	2818	40	7576		3247	Rp593.093
September	25	7124	3247	40	7576		3699	Rp594.449
Oktober	27	7100	3699	43	8182		4781	Rp644.357
November	25	7076	4781	40	7576		5281	Rp599.195
Desember	25	7053	5281	40	7576		5804	Rp600.764
Total	295	86193		472	89397	0	44253	Rp7.016.328

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 7313 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 7879 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan penambahan jam kerja karena waktu reguler sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi B3 sebesar Rp7.016.328.



#### 4.2.2.2 Alternatif Tenaga Kerja Berubah

Alternatif tenaga kerja berubah digunakan untuk menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja berubah dengan penyesuaian terhadap jumlah permintaan pada setiap periode. Berikut perhitungan Produksi A1 pada bulan Januari dengan menggunakan rumus manual alternatif tenaga kerja berubah:

$$\begin{aligned} \text{TK Berubah} &= \frac{(\sum \text{permintaan} - \text{inventory awal})}{\text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\ &= \frac{(30967 - 10400)}{26 \times 1,6} \times 0,00528 \\ &= 2,6/3 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\ &= 3 \times 1,6 \times 26 \\ &= 125 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\ &= \frac{125}{0,00528} = 23636 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPOT} &= \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime} \\ &= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)} \end{aligned}$$

$$\text{Hiring} = 0 \text{ orang (tidak membutuhkan penambahan tenaga kerja)}$$

$$\text{Layoff} = 1 \text{ orang (tenaga kerja awal sebanyak 4 orang, namun untuk memenuhi kebutuhan produksi hanya dibutuhkan 3 orang)}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventory Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (10400 + 23636 + 0) - 30967 \\ &= 3069 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Hiring} \times \text{Biaya Hiring}) + (\text{Lay Off} \times \text{Biaya Lay Off}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (23636 \times 38) + (0 \times 58) + (0 \times 35000) + \\ &(1 \times 45000) + (3069 \times 3) \\ &= \text{Rp}952.375 \end{aligned}$$

Tabel 4. 15. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Berubah Produk A1

Rencana Produksi Agregat Jenis A1											
Bulan	Hari Kerja	Demand	TK	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	30967	3	10400	125	23636			1	3069	Rp952.375
Februari	23	31071	5	3069	184	34848		2		6846	Rp1.414.762
Maret	26	31176	4	6846	166	31515			1	7185	Rp1.264.125
April	24	31280	4	7185	154	29091				4996	Rp1.120.446
Mei	25	31384	4	4996	160	30303				3915	Rp1.163.259
Juni	17	31488	6	3915	163	30909		2		3336	Rp1.254.550
Juli	27	31592	4	3336	173	32727			2	4471	Rp1.347.039
Agustus	25	31696	4	4471	160	30303				3078	Rp1.160.748
September	25	31801	4	3078	160	30303				1580	Rp1.156.254
Oktober	27	31905	4	1580	173	32727				2402	Rp1.250.832
November	25	32009	4	2402	160	30303				696	Rp1.153.602
Desember	25	32113	5	696	200	37879		1		6462	Rp1.493.788
Total	295	378482			1978	374544	0	5	4	48036	Rp14.731.780

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produksi jenis A1 bulan Januari yaitu 3 orang (terdapat pengurangan tenaga kerja 1 orang, yang mulanya 4 menjadi 3 orang). Jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 30967 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 23636 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi A1 sebesar Rp14.731.780.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk A2, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

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

$$= \frac{(30709 - 9600)}{26 \times 1,4} \times 0,00528$$

$$= 3,1/4 \text{ orang}$$

$$RMH = TK \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode}$$

$$= 4 \times 1,4 \times 26$$

$$= 146 \text{ jam}$$

$$UPRT = \frac{RMH}{\text{waktu baku}}$$

$$= \frac{146}{0,00528} = 27576 \text{ unit}$$

$$\text{UPOT} = \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime}$$

$$= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)}$$

$$\text{Hiring} = 0 \text{ orang (tidak membutuhkan penambahan tenaga kerja)}$$

$$\text{Layoff} = 0 \text{ orang (tidak ada pengurangan tenaga kerja)}$$

$$\text{Inventory Akhir} = (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan}$$

$$= (9600 + 27576 + 0) - 30709$$

$$= 6467 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya perperiode} = (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) +$$

$$(\text{Hiring} \times \text{Biaya Hiring}) + (\text{Lay Off} \times \text{Biaya Lay Off}) +$$

$$(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori})$$

$$= (27576 \times 42) + (0 \times 63) + (0 \times 35000) +$$

$$(0 \times 45000) + (6467 \times 3)$$

$$= \text{Rp}1.177.593$$

Tabel 4. 16. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Berubah Produk A2

Rencana Produksi Agregat Jenis A2											
Bulan	Hari Kerja	Demand	TK	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	30709	4	9600	146	27576				6467	Rp1.177.593
Februari	23	30389	4	6467	129	24394				472	Rp1.025.964
Maret	26	30069	5	472	182	34470		1		4873	Rp1.497.359
April	24	29749	4	4873	134	25455			1	579	Rp1.115.847
Mei	25	29429	5	579	175	33144		1		4294	Rp1.439.930
Juni	17	29109	6	4294	143	27045		1		2230	Rp1.177.580
Juli	27	28789	4	2230	151	28636			2	2077	Rp1.298.943
Agustus	25	28470	4	2077	140	26515				122	Rp1.113.996
September	25	28150	5	122	175	33144		1		5116	Rp1.442.396
Oktober	27	27830	4	5116	151	28636			1	5922	Rp1.265.478
November	25	27510	4	5922	140	26515				4927	Rp1.128.411
Desember	25	27190	4	4927	175	33144				10881	Rp1.424.691
Total	295	347393			1841	348674	0	4	4	47960	Rp15.108.188

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produksi jenis A2 bulan Januari yaitu 4. Jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 30709 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 27576 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan

persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi A2 sebesar Rp15.108.188.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk A3, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TK Berubah} &= \frac{(\sum \text{permintaan} - \text{inventory awal})}{\text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\ &= \frac{(24481 - 8000)}{26 \times 1,2} \times 0,00528 \\ &= 2,7/3 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\ &= 3 \times 1,2 \times 26 \\ &= 94 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\ &= \frac{94}{0,00528} = 17727 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPOT} &= \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime} \\ &= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)} \end{aligned}$$

$$\text{Hiring} = 0 \text{ orang (tidak membutuhkan penambahan tenaga kerja)}$$

$$\text{Layoff} = 1 \text{ orang (tenaga kerja awal sebanyak 4 orang, namun untuk memenuhi kebutuhan produksi hanya dibutuhkan 3 orang)}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventory Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (8000 + 17727 + 0) - 24481 \\ &= 1246 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Hiring} \times \text{Biaya Hiring}) + (\text{Lay Off} \times \text{Biaya Lay Off}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (17727 \times 50) + (0 \times 75) + (0 \times 35000) + \\ &(1 \times 45000) + (1246 \times 3) \\ &= \text{Rp}935.088 \end{aligned}$$

Tabel 4. 17. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Berubah Produk A3

Rencana Produksi Agregat Jenis A3											
Bulan	Hari Kerja	Demand	TK	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	24481	3	8000	94	17727			1	1246	Rp935.088
Februari	23	24666	5	1246	138	26136		2		2716	Rp1.384.948
Maret	26	24852	4	2716	125	23636			1	1500	Rp1.231.300
April	24	25038	5	1500	144	27273		1		3735	Rp1.409.855
Mei	25	25224	4	3735	120	22727			1	1238	Rp1.185.064
Juni	17	25409	7	1238	143	27045		3		2874	Rp1.465.872
Juli	27	25595	4	2874	130	24545			3	1824	Rp1.367.722
Agustus	25	25781	5	1824	150	28409		1		4452	Rp1.468.806
September	25	25966	4	4452	120	22727			1	1213	Rp1.184.989
Oktober	27	26152	5	1213	162	30682		1		5743	Rp1.586.329
November	25	26338	4	5743	120	22727			1	2132	Rp1.187.746
Desember	25	26524	5	2132	150	28409		1		4017	Rp1.467.501
Total	295	306026			1596	302043	0	9	8	32690	Rp15.875.220

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produksi jenis A3 bulan Januari yaitu 3 orang (terdapat pengurangan tenaga kerja 1 orang, yang mulanya 4 menjadi 3 orang). Jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 24481 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 17727 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi A3 sebesar Rp15.875.220.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk A4, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

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

$$= \frac{(15378 - 59590)}{26 \times 0,8} \times 0,00528$$

$$= 2,4/3 \text{ orang}$$

$$RMH = TK \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode}$$

$$= 3 \times 0,8 \times 26$$

$$= 62 \text{ jam}$$

$$UPRT = \frac{RMH}{\text{waktu baku}}$$

$$= \frac{62}{0,00528} = 11818 \text{ unit}$$

$$\text{UPOT} = \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime}$$

$$= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)}$$

$$\text{Hiring} = 0 \text{ orang (tidak membutuhkan penambahan tenaga kerja)}$$

$$\text{Layoff} = 1 \text{ orang (tenaga kerja awal sebanyak 4 orang, namun untuk memenuhi kebutuhan produksi hanya dibutuhkan 3 orang)}$$

$$\text{Inventory Akhir} = (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan}$$

$$= (5950 + 11818 + 0) - 15378$$

$$= 2390 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya perperiode} = (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) +$$

$$(\text{Hiring} \times \text{Biaya Hiring}) + (\text{Lay Off} \times \text{Biaya Lay Off}) +$$

$$(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori})$$

$$= (11818 \times 59) + (0 \times 88) + (0 \times 35000) +$$

$$(1 \times 45000) + (2390 \times 3)$$

$$= \text{Rp}729.432$$

Tabel 4. 18. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Berubah Produk A4

Rencana Produksi Agregat Jenis A4											
Bulan	Hari Kerja	Demand	TK	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	15378	3	5950	62	11818			1	2390	Rp749.432
Februari	23	15415	4	2390	74	13939		1		914	Rp860.143
Maret	26	15452	4	914	83	15758				1220	Rp933.382
April	24	15489	4	1220	77	14545				276	Rp858.983
Mei	25	15526	5	276	100	18939		1		3689	Rp1.163.468
Juni	17	15564	5	3689	68	12879				1004	Rp762.873
Juli	27	15601	4	1004	86	16364			1	1767	Rp1.015.777
Agustus	25	15638	4	1767	80	15152				1281	Rp897.811
September	25	15675	4	1281	80	15152				758	Rp896.242
Oktober	27	15712	4	758	86	16364				1410	Rp969.706
November	25	15750	4	1410	80	15152				812	Rp896.404
Desember	25	15787	4	812	80	15152				177	Rp894.499
Total	295	186987			956	181214	0	2	2	15698	Rp10.898.720

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produksi jenis A4 bulan Januari yaitu 3 orang (terdapat pengurangan tenaga kerja 1 orang, yang mulanya 4 menjadi 3 orang). Jumlah

permintaan pada bulan Januari sebanyak 15378 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 11818 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi A4 sebesar Rp10.898.720.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk B1, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TK Berubah} &= \frac{(\sum \text{permintaan} - \text{inventory awal})}{\text{hari kerja} \times \text{jam kerja}} \times \text{waktu baku} \\ &= \frac{(11776 - 4800)}{26 \times 0,6} \times 0,00528 \\ &= 2,4/3 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RMH} &= \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode} \\ &= 3 \times 0,6 \times 26 \\ &= 47 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPRT} &= \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}} \\ &= \frac{47}{0,00528} = 8864 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UPOT} &= \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime} \\ &= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)} \end{aligned}$$

$$\text{Hiring} = 0 \text{ orang (tidak membutuhkan penambahan tenaga kerja)}$$

$$\text{Layoff} = 1 \text{ orang (tenaga kerja awal sebanyak 4 orang, namun untuk memenuhi kebutuhan produksi hanya dibutuhkan 3 orang)}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventory Akhir} &= (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan} \\ &= (4800 + 8864 + 0) - 11776 \\ &= 1888 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perperiode} &= (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) + \\ &(\text{Hiring} \times \text{Biaya Hiring}) + (\text{Lay Off} \times \text{Biaya Lay Off}) + \\ &(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori}) \\ &= (8864 \times 63) + (0 \times 94) + (0 \times 35000) + \\ &(1 \times 45000) + (1888 \times 3) \\ &= \text{Rp}609.096 \end{aligned}$$

Tabel 4. 19. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Berubah Produk B1

Rencana Produksi Agregat Jenis B1											
Bulan	Hari Kerja	Demand	TK	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	11776	3	4800	47	8864			1	1888	Rp609.096
Februari	23	11892	4	1888	55	10455		1		451	Rp695.018
Maret	26	12009	4	451	62	11818				260	Rp745.314
April	24	12125	5	260	72	13636		1		1771	Rp899.381
Mei	25	12241	4	1771	60	11364			1	894	Rp763.614
Juni	17	12358	6	894	61	11591		2		127	Rp800.614
Juli	27	12474	5	127	81	15341			1	2994	Rp1.020.465
Agustus	25	12590	4	2994	60	11364			1	1768	Rp766.236
September	25	12706	4	1768	60	11364				426	Rp717.210
Oktober	27	12823	5	426	81	15341		1		2944	Rp1.010.315
November	25	12939	4	2944	60	11364			1	1369	Rp765.039
Desember	25	13055	5	1369	75	14205		1		2519	Rp937.472
Total	295	148988			774	146707	0	6	5	17411	Rp9.729.774

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produksi jenis B1 bulan Januari yaitu 3 orang (terdapat pengurangan tenaga kerja 1 orang, yang mulanya 4 menjadi 3 orang). Jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 11776 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 8864 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi B1 sebesar Rp9.729.774.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk B2, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

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

$$= \frac{(9509 - 3500)}{26 \times 0,5} \times 0,00528$$

$$= 2,4/3 \text{ orang}$$

$$\text{RMH} = \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode}$$

$$= 3 \times 0,5 \times 26$$

$$= 39 \text{ jam}$$

$$\text{UPRT} = \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}}$$



$$= \frac{39}{0,00528} = 7386 \text{ unit}$$

$$\text{UPOT} = \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime}$$

$$= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)}$$

$$\text{Hiring} = 0 \text{ orang (tidak membutuhkan penambahan tenaga kerja)}$$

$$\text{Layoff} = 1 \text{ orang (tenaga kerja awal sebanyak 4 orang, namun untuk memenuhi kebutuhan produksi hanya dibutuhkan 3 orang)}$$

$$\text{Inventory Akhir} = (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan}$$

$$= (3500 + 7386 + 0) - 9509$$

$$= 1377 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya perperiode} = (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) +$$

$$(\text{Hiring} \times \text{Biaya Hiring}) + (\text{Lay Off} \times \text{Biaya Lay Off}) +$$

$$(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori})$$

$$= (7386 \times 71) + (0 \times 107) + (0 \times 35000) +$$

$$(1 \times 45000) + (1377 \times 3)$$

$$= \text{Rp}573.537$$

Tabel 4. 20. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Berubah Produk B2

Rencana Produksi Agregat Jenis B2											
Bulan	Hari Kerja	Demand	TK	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	9509	3	3500	39	7386			1	1377	Rp573.537
Februari	23	9535	4	1377	46	8712		1		554	Rp655.214
Maret	26	9561	4	554	52	9848				841	Rp701.731
April	24	9587	4	841	48	9091				345	Rp646.496
Mei	25	9613	4	345	50	9470				202	Rp672.976
Juni	17	9639	6	202	51	9659		2		222	Rp756.455
Juli	27	9665	4	222	54	10227			2	784	Rp818.469
Agustus	25	9691	4	784	50	9470				563	Rp674.059
September	25	9717	4	563	50	9470				316	Rp673.318
Oktober	27	9742	4	316	54	10227				801	Rp728.520
November	25	9768	4	801	50	9470				503	Rp673.879
Desember	25	9794	4	503	50	9470				179	Rp672.907
Total	295	115821			594	112500	0	3	3	6687	Rp8.247.561

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produksi jenis B2 bulan Januari yaitu 3 orang (terdapat pengurangan tenaga kerja 1 orang, yang mulanya 4 menjadi 3 orang). Jumlah

permintaan pada bulan Januari sebanyak 9509 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 7386 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi B2 sebesar Rp8.247.561.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung biaya produksi dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produk B3, perhitungan dengan rumus manual sebagai berikut:

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

$$= \frac{(7313 - 2600)}{26 \times 0,4} \times 0,00528$$

$$= 2,4/3 \text{ orang}$$

$$\text{RMH} = \text{TK} \times \text{jam kerja} \times \text{hari kerja perperiode}$$

$$= 3 \times 0,4 \times 26$$

$$= 31 \text{ jam}$$

$$\text{UPRT} = \frac{\text{RMH}}{\text{waktu baku}}$$

$$= \frac{31}{0,00528} = 5909 \text{ unit}$$

$$\text{UPOT} = \text{UPRT} \times \text{maksimal overtime}$$

$$= 0 \text{ unit (tidak membutuhkan penambahan jam kerja)}$$

$$\text{Hiring} = 0 \text{ orang (tidak membutuhkan penambahan tenaga kerja)}$$

$$\text{Layoff} = 1 \text{ orang (tenaga kerja awal sebanyak 4 orang, namun untuk memenuhi kebutuhan produksi hanya dibutuhkan 3 orang)}$$

$$\text{Inventory Akhir} = (\text{inventory awal} + \text{UPRT} + \text{UPOT}) - \text{permintaan}$$

$$= (2600 + 5909 + 0) - 7313$$

$$= 1196 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya perperiode} = (\text{UPRT} \times \text{biaya RT}) + (\text{UPOT} \times \text{Biaya OT}) +$$

$$(\text{Hiring} \times \text{Biaya Hiring}) + (\text{Lay Off} \times \text{Biaya Lay Off}) +$$

$$(\text{Inventori Akhir} \times \text{Biaya Inventori})$$

$$= (5909 \times 77) + (0 \times 115) + (0 \times 35000) +$$

$$(1 \times 45000) + (1196 \times 3)$$

$$= \text{Rp}503.581$$

Tabel 4. 21. Rencana Produksi Agregat Alternatif Tenaga Kerja Berubah Produk B3

Rencana Produksi Agregat Jenis B3											
Bulan	Hari Kerja	Demand	TK	Inventory Awal	RMH	UPRT	UPOT	Hiring	Lay Off	Inventory Akhir	Biaya Perperiode
Januari	26	7313	3	2600	31	5909			1	1196	Rp503.581
Februari	23	7289	4	1196	37	6970		1		877	Rp574.321
Maret	26	7265	4	877	42	7879				1491	Rp611.156
April	24	7242	4	1491	38	7273				1522	Rp564.587
Mei	25	7218	4	1522	40	7576				1880	Rp588.992
Juni	17	7195	5	1880	34	6439		1		1124	Rp534.175
Juli	27	7171	3	1124	32	6136			2	89	Rp562.739
Agustus	25	7147	4	89	40	7576		1		518	Rp619.906
September	25	7124	4	518	40	7576				970	Rp586.262
Oktober	27	7100	3	970	32	6136			1	6	Rp517.490
November	25	7076	4	6	40	7576		1		506	Rp619.870
Desember	25	7053	4	506	40	7576				1029	Rp586.439
Total	295	86193			446	84622	0	4	4	11208	Rp6.869.518

Sumber Data : Pengolahan Data, 2019

Hasil perhitungan pada tabel di atas menyebutkan, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada produksi jenis B3 bulan Januari yaitu 3 orang (terdapat pengurangan tenaga kerja 1 orang, yang mulanya 4 menjadi 3 orang). Jumlah permintaan pada bulan Januari sebanyak 7313 unit dengan produksi waktu reguler sebanyak 5909 unit, pada bulan ini tidak membutuhkan lembur karena waktu reguler dan persediaan sudah mencukupi untuk memenuhi permintaan pada bulan Januari. Total biaya produksi B3 sebesar Rp6.869.518.

#### 4.2.3. Rencana Produksi Agregat Metode Transportasi

Rencana produksi agregat menggunakan metode transportasi merupakan tahapan lanjutan pada proses perencanaan agregat. Tahapan ini berguna untuk menentukan jumlah produksi dan biaya produksi yang dibutuhkan pada masing-masing alternatif. Dalam proses rencana produksi agregat dengan menggunakan metode transportasi data yang diambil yaitu menggunakan data perhitungan perencanaan agregat (Tabel 4.8. sampai Tabel 4.21.).

##### 4.2.3.1 Alternatif Tenaga Kerja Tetap

Langkah-langkah perhitungan rencana produksi agregat menggunakan metode transportasi alternatif tenaga kerja tetap produk A1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 RT &= \frac{RMH}{WB} \\
 &= \frac{166}{0,00528} \\
 &= 31515 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 OT &= RT \times \text{maksimal OT} \\
 &= 31515 \times 0,46 \\
 &= 14497 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Dimana:

RT = *Reguler time*

OT = *Over Time*

$$\begin{aligned}
 \text{Total Rencana Produksi} &= R_1 + R_2 + \dots + R_n \\
 &= 31515 + 27879 + \dots + 32113 \\
 &= 368082 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Perperiode} &= (R_1 \times B_1) + (R_2 \times B_2) + \dots + (R_n \times B_n) \\
 &= (20567 \times 38) + (31942 \times 41) + \dots + (4825 \times 53) \\
 &= Rp1.309.143
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Produksi} &= B_1 + B_2 + \dots + B_n \\
 &= Rp1.309.143 + 1.059.402 + \dots + Rp104.980 \\
 &= Rp14.315.717
 \end{aligned}$$

Hasil rencana agregat menggunakan metode transportasi alternatif tenaga kerja tetap dapat dilihat pada lampiran 5 halaman 81.

#### 4.2.3.2 Alternatif Tenaga Kerja Berubah

Langkah-langkah perhitungan rencana produksi agregat menggunakan metode transportasi alternatif tenaga kerja berubah pada produk A1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 RT &= \frac{RMH}{WB} \\
 &= \frac{125}{0,00528} \\
 &= 23636 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 OT &= RT \times \text{maksimal OT} \\
 &= 23636 \times 0,46 = 10873 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Dimana:

RT = *Reguler time*

OT = *Over Time*

$$\begin{aligned} \text{Total Rencana Produksi} &= R_1 + R_2 + \dots + R_n \\ &= 22940 + 34848 + \dots + 31515 \\ &= 368082 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perperiode} &= (R_1 \times B_1) + (R_2 \times B_2) + \dots + (R_n \times B_n) \\ &= (20567 \times 38) + (1489 \times 62) + \dots + (884 \times 68) \\ &= \text{Rp}933.976 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Produksi} &= B_1 + B_2 + \dots + B_n \\ &= \text{Rp}933.976 + \text{Rp}1.356.834 + \dots + \text{Rp}1.220.294 \\ &= \text{Rp}14.088.870 \end{aligned}$$

Hasil rencana agregat menggunakan metode transportasi alternatif tenaga kerja berubah dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 95.

Dapat diketahui dari perhitungan perencanaan agregat menggunakan metode transportasi dengan menggunakan alternatif tenaga kerja tetap dan alternatif tenaga kerja berubah diperoleh biaya sebagai berikut:

Tabel 4. 22. Hasil Perhitungan Perencanaan Agregat Dengan Metode Transportasi Alternatif Tenaga Kerja Tetap Dan Alternatif Tenaga Kerja Berubah

No.	Jenis	Alternatif tenaga kerja tetap	Alternatif tenaga kerja berubah
1	A1	Rp14.315.717	Rp14.088.870
2	A2	Rp14.742.111	Rp14.257.347
3	A3	Rp15.694.215	Rp12.557.568
4	A4	Rp9.186.444	Rp7.644.276
5	B1	Rp7.505.515	Rp6.086.238
6	B2	Rp5.682.983	Rp4.731.099
7	B3	Rp4.202.993	Rp3.539.745
Total		Rp71.329.978	Rp62.905.143

Sumber Data: Pengolahan Data, 2019

Tabel di atas menyebutkan uraian masing-masing biaya produksi perencanaan agregat menggunakan metode transportasi alternatif tenaga kerja tetap dan alternatif tenaga kerja berubah. Total biaya produksi pada alternatif tenaga kerja tetap sebesar Rp71.329.978 sedangkan alternatif tenaga kerja berubah

sebesar Rp62.905.143. Biaya produksi pada alternatif tenaga kerja berubah lebih rendah yaitu selisih Rp8.424.835.

#### 4.3. Analisis Perhitungan Peramalan

Peramalan dalam penelitian ini menggunakan 3 metode yaitu metode *moving average*, *double eksponential smoothing holt*, dan trend analisis *least square*. Peramalan menggunakan metode *moving average* menggunakan MA 1 mengacu pada proses perencanaan produksi yang digunakan perusahaan saat ini yaitu menentukan jumlah produksi saat ini dari data penjualan bulan sebelumnya. Metode ini menghasilkan nilai MAD, MSE dan MAPE sebagai berikut.

Tabel 4. 23. Akurasi Hasil Peramalan Metode *Moving Average*

Jenis P	Moving Average		
	MAD	MSE	MAPE
A1	3852,33	21893499,33	-0,02
A2	4482	27212784	0,00
A3	4025,00	22917166,67	-0,01
A4	3018,92	12536266,08	-0,04
B1	1104,00	1733674,67	-0,01
B2	1466,50	3706376,33	-0,01
B3	1400,75	2832651,25	-0,02

Sumber Data: Pengolahan Data, 2019

Berdasarkan tabel di atas menyebutkan hasil peramalan dengan menggunakan metode *moving average* pada produk A1 memperoleh nilai *mean absolute deviation* sebesar 3852,33, *mean square error* sebesar 21.893.499,33 dan nilai *mean absolute percent error* sebesar -0,02.

Peramalan kedua yaitu dengan menggunakan metode *double eksponential smoothing holt*. Peramalan ini menggunakan 2 parameter yaitu  $\alpha$  dan  $\beta$ , dalam metode ini nilai  $\alpha$  sebesar 0,15 dan nilai  $\beta$  sebesar 0,6. Metode ini menghasilkan nilai MAD, MSE dan MAPE sebagai berikut:

Tabel 4. 24. Akurasi Hasil Peramalan Metode *Double Eksponential Smoothing Holt*

Jenis P	Double Eksponential Smoothing Holt		
	MAD	MSE	MAPE
A1	7044,90	105820727,14	0,15
A2	8764,07	120217431,56	0,01
A3	5026,80	47644815,37	-0,02
A4	5471,52	49599577,39	-0,23
B1	4738,08	30780233,61	-0,28
B2	3912,05	24020044,90	-0,27
B3	1883,35	5300024,43	0,02

Sumber Data: Pengolahan Data, 2019

Peramalan ketiga yaitu dengan menggunakan metode trend analisis *least square*. Metode peramalan ini menggunakan metode kuadrat yang terkecil dapat memperoleh besarnya nilai yang digunakan pada titik tengah menggunakan harga konstan a dan b. Metode ini menghasilkan nilai MAD, MSE dan MAPE sebagai berikut:

Tabel 4. 25. Akurasi Hasil Peramalan Metode Double Trend Analisis *Least Square*

Jenis P	Trend Analisis Least Square		
	MAD	MSE	MAPE
A1	3852,35	17966952,94	-0,02
A2	4377,43	27176218,52	-0,03
A3	3333,8	15531597,05	-0,03
A4	2605,58	8390574,78	-0,04
B1	855,59	1249234,87	-0,01
B2	1469,31	2753286,85	-0,03
B3	889,58	1292511,15	-0,02

Sumber Data: Pengolahan Data, 2019

Dari hasil perhitungan peramalan dengan 3 metode tersebut metode terbaik yang terpilih merupakan metode yang mempunyai nilai MSE terkecil yaitu pada metode trend analisis *least square*.

#### 4.4. Analisis Perhitungan Perencanaan Agregat Alternatif Tenaga Kerja Tetap dan Alternatif Tenaga Kerja Berubah

Proses perhitungan perencanaan agregat menggunakan dua alternatif yaitu alternatif tenaga kerja tetap dan alternatif tenaga kerja berubah. Berdasarkan perhitungan pada tahap sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

Tabel 4. 26. Analisis Perbandingan Biaya Perencanaan Agregat Tahun 2019

No.	Jenis	Alternatif tenaga kerja tetap		Alternatif tenaga kerja berubah	
		Rencana Produksi	Biaya Produksi	Rencana Produksi	Biaya Produksi
1	A1	380993	Rp15.145.654	374544	Rp14.731.780
2	A2	346054	Rp15.457.857	348674	Rp15.108.188
3	A3	306234	Rp16.461.645	302043	Rp15.875.220
4	A4	183530	Rp11.109.170	181214	Rp10.898.720
5	B1	148520	Rp9.908.388	146707	Rp9.729.774
6	B2	114704	Rp8.353.891	112500	Rp8.247.561
7	B3	89397	Rp7.016.328	84622	Rp6.869.518
Total		1569432	Rp83.452.933	1550304	Rp81.460.761

Sumber Data: Pengolahan Data, 2019

Tabel di atas menyebutkan pada alternatif tenaga kerja tetap rencana produksi pada jenis A1 tahun 2019 sebanyak 380.993 unit dari rencana produksi waktu reguler (UPRT) sebanyak 357.575 unit dan rencana produksi waktu lembur (UPOT) sebanyak 23.418 unit. Total biaya produksi dari jenis A1-B3 selama 12 periode pada tahun 2019 sebesar Rp83.452.933 dengan total produksi sebanyak 1.569.432 unit dengan jumlah tenaga kerja tetap yaitu 4 orang. Lamanya waktu yang digunakan pekerja (RMH) yaitu selama 7670 jam dengan total produksi pada waktu reguler sebanyak 1.452.655 unit dan total produksi pada waktu lembur sebanyak 116.777 unit.

Sedangkan pada alternatif tenaga kerja berubah rencana produksi pada jenis A1 tahun 2019 sebanyak 374.544 unit dari rencana produksi waktu reguler (UPRT) sebanyak 374.544 unit dan pada alternatif ini tidak membutuhkan penambahan waktu kerja/lembur. Total biaya produksi dari jenis A1-B3 selama 12 periode pada tahun 2019 sebesar Rp81.460.761 dengan total produksi sebanyak 1.550.304 unit. Lamanya waktu yang digunakan pekerja (RMH) yaitu selama 8185 jam dengan total produksi pada waktu reguler sebanyak 1.550.304 unit dan total produksi pada waktu lembur sebanyak 0 unit yang artinya pada alternatif ini tidak membutuhkan penambahan jam kerja.

Dari penjelasan di atas di ketahui selisih rencana produksi sebanyak 19.128 unit dan selisih biaya produksi sebesar Rp1.992.172, dapat disimpulkan dari kedua alternatif tersebut rencana produksi yang optimal dengan biaya minimum yaitu dengan menggunakan alternatif tenaga kerja berubah.



#### 4.4. Analisis Perhitungan Perencanaan Agregat Metode Transportasi

Langkah selanjutnya yaitu menganalisa perhitungan perencanaan agregat menggunakan metode transportasi untuk mengetahui jumlah produksi dan biaya produksi minimum dari alternatif tersebut. Perhitungan perencanaan agregat menggunakan metode transportasi didapatkan hasil sebagai berikut: (*Data perhitungan terlampir pada lampiran 5 halaman 81 sampai halaman 108*)

Tabel 4. 27. Analisis Perbandingan Biaya Produksi Perencanaan Agregat Metode Transportasi Tahun 2019

No.	Jenis	Alternatif tenaga kerja tetap		Alternatif tenaga kerja berubah	
		Rencana Produksi	Biaya Produksi	Rencana Produksi	Biaya Produksi
1	A1	368082	Rp14.315.717	368082	Rp14.088.870
2	A2	337793	Rp14.742.111	337793	Rp14.257.347
3	A3	298026	Rp15.694.215	298026	Rp12.557.568
4	A4	181037	Rp9.186.444	181037	Rp7.644.276
5	B1	144188	Rp7.505.515	144188	Rp6.086.238
6	B2	112321	Rp5.682.983	112321	Rp4.731.099
7	B3	83593	Rp4.202.993	83593	Rp3.539.745
		1525040	Rp71.329.978	1525040	Rp62.905.143

Sumber Data: Pengolahan Data, 2019

Berdasarkan tabel di atas menyebutkan perencanaan agregat selama 12 periode tahun 2019 menggunakan metode transportasi pada alternatif tenaga kerja tetap total biaya produksi sebesar Rp71.329.978 dengan total produksi sebanyak 1.525.040 unit, adapun besaran biaya yang digunakan pada waktu reguler sebesar Rp65.926.512 dan biaya yang digunakan pada waktu lembur sebesar Rp5.403.466. sedangkan total biaya perencanaan agregat dengan menggunakan metode transportasi alternatif tenaga kerja berubah sebesar Rp62.905.143 dengan total produksi sebanyak 1.525.040 unit. Pada alternatif ini semua proses produksi dilakukan pada waktu reguler tidak membutuhkan penambahan jam kerja sedikitpun.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan, perhitungan perencanaan agregat dengan metode transportasi alternatif tenaga kerja tetap dan alternatif tenaga kerja berubah pada tahun 2019 menghasilkan total produksi yang sama yaitu sebanyak 1.525.040 unit, sedangkan total biaya yang minimum terdapat pada alternatif tenaga kerja berubah yaitu sebesar Rp62.905.143.