Bab 4
Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Waktu Peta Proses Operasi

Pada tabel 4.1 ini merupakan tabel waktu operasi pembuatan produk sweater dalam satuan menit untuk persatu lusin.

Tabel 4.1─Waktu Operasi Produk Sweater

No	Operasi	Waktu (menit)
1	Pengambilan bahan baku	5
2	Pembuatan Pola	10
3	Rajut	190
4	Linking	90
5	Obras	20
6	Som Sontek	10
7	Steam/ Seterika Uap	20
8	*Quality Control* dan *Packing*	15
Total		**360**

4.1.2 Harga Komponen

Pada tabel 4.2 merupakan daftar dan harga komponen-komponen benang yang ada dalam proses pembuatan produk sweater.

Tabel 4.2─Harga Komponen

No	Komponen	Ukuran	Harga per *unit* (gulung) KG
1	Spandek	-	Rp. 64.000
2	PE	30s dan 1/40	Rp. 58.000

4.1.3 Peramalan (*Forecasting*)

4.1.3.1 Data Historis Permintaan

Tabel 4.3 adalah tabel data historis permintaan dalam satuan lusin selama 18 bulan yang didapatkan dari data historis bulan januari sampai dengan september 2015 hingga periode selanjutnya september sampai dengan juni 2016.

Tabel 4.3─Data *Demand*

Periode	*Demand*	Periode	*Demand*
1	520	**10**	689
2	598	**11**	728
3	572	**12**	702
4	624	**13**	754
5	650	**14**	806
6	676	**15**	858
7	663	**16**	845
8	624	**17**	884
9	676	**18**	910

Dari data pada tabel 4.1 kemudian data tersebut diplot untuk mengetahui pola data yang terbentuk dari periode dan d*emand* tersebut yang dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1─Plot Data Permintaan

4.1.4 Rencana Produksi Agregat

4.1.4.1 Data Permintaan 9 Periode Selanjutnya

Tabel 4.4 merupakan tabel yang berisikan *demand* dalam satuan lusin yang akan direncanakan pada rencana produksi agregat produksi selama 9 periode selanjutnya.

Tabel 4.4─Data *Demand* 9 Periode Selanjutnya

Periode	Hari Kerja	*Demand*
1	26	940
2	26	967
3	26	995
4	26	1023
5	26	1051
6	26	1079
7	26	1107
8	26	1135
9	26	1163

Produksi akan direncanakan dengan ketentuan sebagai berikut:

a. Hari kerja : 26 hari per periode
b. Tenaga kerja : 10 dan 15 orang
c. Jam kerja : 12 jam
d. Jam kerja lembur : 6 jam
e. Kapasitas waktu produksi : 6 jam per 1 lusin
f. Kapasitas produksi regular : 520 (10 mesin dan 10 operator)
   780 (15 mesin dan 15 operator)
g. Kapasitas produksi lembur : 260 (10 mesin dan 10 operator)
   390 (15 mesin dan 15 operator)
h. Kapasitas subkontrak : Menyesuaikan kekurangan produksi
i. Biaya produksi reguler : Rp. 275000 per lusin
j. Biaya produksi lembur : Rp. 275000 per lusin
k. Biaya subkontrak : Rp. 285000 per lusin
l. Biaya *setup* : Rp. 7000 per lusin
m. Biaya simpan : Rp. 5500 per periode

4.1.5 *Lot Sizing*

4.1.5.1 Data Kebutuhan Komponen Produk Sweater

Data kebutuhan komponen untuk produk sweater dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5─Data Kebutuhan Komponen Produk Sweater

Item	Data kebutuhan komponen			
	Nama komponen	Satuan	Kapasitas per satuan (Kg)	Kebutuhan per lusin (Kg)
Sweater	PE	Tube	2.5	0.7488
	Spandek	Tube	2.5	1.7472

4.1.6 *Material Requierement Planning*

4.1.6.1 Data *Input Material Requierement Planning*

Berikut merupakan tabel 4.6 data *input* yang digunakan dalam perhitungan *Material Requierement Planning.*

Tabel 4.6─Data *Input Material Requierement Planning*

No	Nama Komponen	Kode	Inventory	Policy
1	**Spandek**	SPD	199	LFL
2	**PE**	PE	85	LFL

4.1.6.2 Data Kebutuhan Bahan

Data kebutuhan bahan untuk 9 periode produk sweater dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7─Data Kebutuhan Bahan Produk Sweater

No	Nama Komponen	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Spandek**	496	494	513	532	552	571	590	609	629
2	**PE**	213	212	220	228	237	245	253	261	270

4.1.6.3 *Bill of Material* Produk Sweater

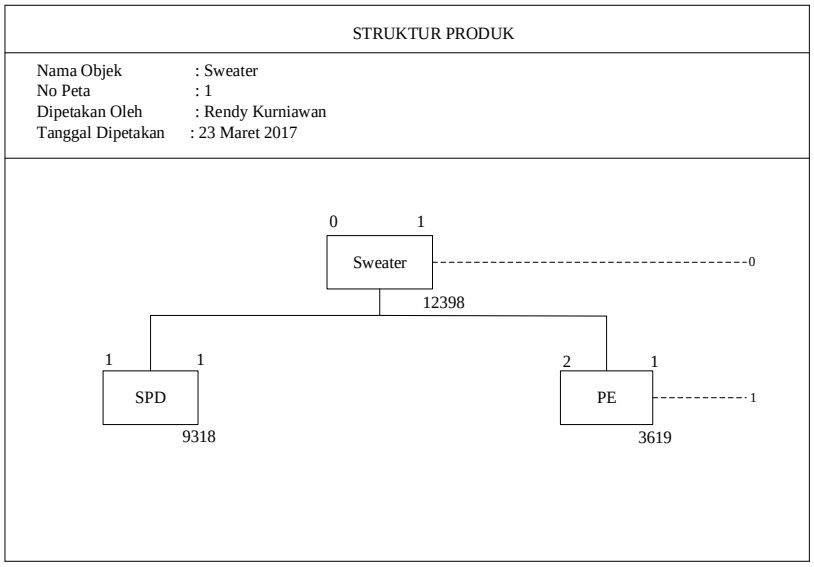
Tabel 4.8 merupakan *bill of material* yang dibuat berdasarkan struktur produk dan *operation process chart*.

Tabel 4.8─*Bill of Material* Produk Sweater

No	*Level*	Deskripsi	Kode	*Qty*	BOM / UOM
0	0	Sweater	SW	1	*Tube*
1	1	Benang spandek	SPD	1	*Each*
2	1	Benang PE	PE	1	*Each*

4.1.6.4 Struktur Produk Sweater

Dibawah ini merupakan gambar 4.2 struktur produk sweater



Gambar 4.2─Struktur Produk Sweater

4.2 Pengolahan Data

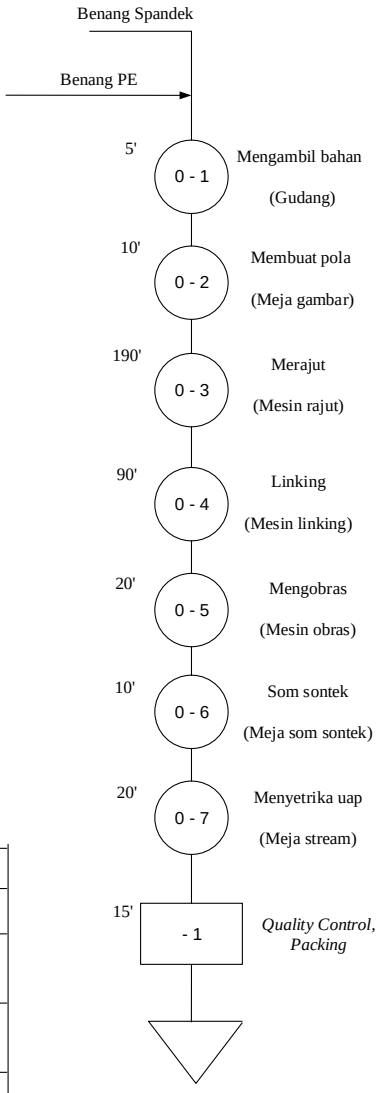
4.2.1 *Operation Process Chart* Produk Sweater

Gambar 4.3 merupakan *operation prosess chart* dari produk sweater

PETA PROSES OPERASI

Nama Objek	: Sweater
Nomor Peta	: 2
Dipetakan Oleh	: Rendy Kurniawan
Tanggal Dipetakan	: 3/11/2017

Sekarang [√] Usulan [ ]



Ringkasan

Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
Operasi	7	354'
Qc & Packing	1	15'
Total	8	360'

Gambar 4.3─*Operation Process Chart* Produk Sweater

4.2.2 Peramalan (*Forecasting*)

4.2.2.1 Peramalan Metode Regresi Linear

Dibawah ini merupakan tabel yang menggunakan metode peramalan regresi linear, terlihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9─Metode Regresi Linear

Periode (t)	***Demand* (dt)**	**t.dt**	**t^2**	**dt^2**	***Forecast***
1	520	520	1	270400	539
2	598	1196	4	357604	559
3	572	1716	9	327184	579
4	624	2496	16	389376	599
5	650	3250	25	422500	619
6	676	4056	36	456976	639
7	663	4641	49	439569	660
8	624	4992	64	389376	680
9	676	6084	81	456976	700
10	689	6890	100	474721	720
11	728	8008	121	529984	740
12	702	8424	144	492804	760
13	754	9802	169	568516	780
14	806	11284	196	649636	801
15	858	12870	225	736164	821
16	845	13520	256	714025	841
17	884	15028	289	781456	861
18	910	16380	324	828100	881
19					901
20					921
21					942
22					962
23					982
24					1002
25					1022
26					1042
27					1062

Metode regresi linear adalah salah satu metode yang digunakan dalam melakukan peramalan pada data historis dengan jenis tren.

Berikut contoh perhitungan untuk mencari nilai t.dt pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.4.)

$$t.Tt = 1 \times 520 = 520$$

Berikut contoh perhitungan untuk mencari nilai t^2 pada periode 2 dengan menggunakan persamaan (2.5.)

$$t^2 = 2 = 4$$

Berikut contoh perhitungan untuk mencari nilai dt^2 pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.6.)

$$Yt^2 = 520^2 = 270400$$

Berikut contoh menggunakan persamaan (2.7.)

$$a = \frac{12779\,.\,20\,.\,171}{18} = 519$$

Berikut contoh menggunakan persamaan (2.8.)

$$b = \frac{(18\,x\,131157) - (171\,x\,12779)}{18\,x\,2109 - (171)^2} = 20$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *forecast* pada periode 1 dari persamaan (2.9.)

$$Forecast_{ke-1} = 519 + (20 \times 1) = 539$$

Setelah melakukan perhitungan untuk mencari nilai *forecast*, kemudian nilai tersebut diuji tingkat kesalahan peramalan dan hasil perhitungan nilai *error* pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10─Tingkat Kesalahan Peramalan

Error	***Absolute error***	***Squared error***	***Percentage error***	***Absolute percentage error***	**∑(ei)**	**∑|ei|**	***Tracking signal***
-19	19	353	-4	4	-19	19	-1
39	39	1528	7	7	20	58	0
-7	7	50	-1	1	13	65	0
25	25	616	4	4	38	90	0
31	31	941	5	5	69	120	1
37	37	1335	5	5	105	157	1
3	3	12	1	1	109	160	1
-56	56	3107	-9	9	53	216	0
-24	24	570	-4	4	29	240	0
-31	31	962	-5	5	-2	271	0
-12	12	148	-2	2	-14	283	0
-58	58	3397	-8	8	-72	341	0
-26	26	698	-4	4	-99	368	0
5	5	30	1	1	-93	373	0
37	37	1391	4	4	-56	411	0
4	4	17	0	0	-52	415	0
23	23	530	3	3	-29	438	0
29	29	835	3	3	0	467	0

Setelah hasil peramalan diperoleh maka proses dilanjutkan dengan menghitung *error* yang dapat terjadi dalam perhitungan menggunakan metode regresi linear tersebut, berikut adalah perhitungan *error*:

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *error* pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.10.)

$$\text{ei} = 520 - 539 = -19$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *absolut error* pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.11.)

$$absolut\ \text{ei} = |-19| = 19$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *squared error* pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.12.)

$$squared\ \text{ei} = -19^2 = 353$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *percentage error* pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.13.)

$$percentage\ ei = \frac{-19}{520} \times 100 = -4$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *absolut percentage error* pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.14.)

$$absolute\ percentage\ ei = |-4| = 4$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai sigma *error* pada periode 2 dengan menggunakan persamaan (2.15.)

$$\sum(ei) = -19 + 39 = 20$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai sigma *absolute error* pada periode 2 dengan menggunakan persamaan (2.16.)

$$\sum|ei| = 19 + 39 = 58$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *tracking signal* pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.30.)

$$TS = \frac{-19}{19} = -1$$

Tabel 4.11 menjelaskan ringkasan dari tingkat kesalahan yang digunakan untuk perbandingan dengan metode lain yang digunakan dalam metode regresi linear.

Tabel 4.11─Rata-Rata Tingkat Kesalahan

MAD	MSE	MAPE
26	918	4

Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean absolute deviation* dengan menggunakan persamaan (2.27.)

$$\text{MAD} = \frac{467}{18} = 26$$

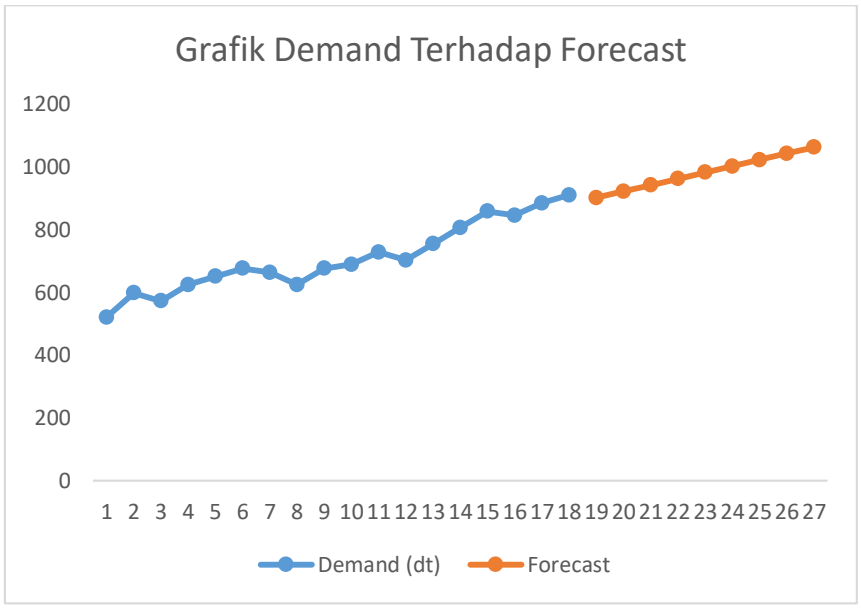
Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean squared error* dengan menggunakan persamaan (2.28.)

$$\text{MSE} = \frac{16518}{18} = 918$$

Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean absolute percentage error* engan menggunakan persamaan (2.29.)

$$\text{MAPE} = \frac{68}{18} = 4$$

Hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat terlihat plot data peramalan terhadap *demand* terlihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4—Plot Data Hasil Peramalan Terhadap *Demand* Metode Regresi Linier

4.2.2.2 Peramalan Metode *Double Moving Average*

Tabel 4.12 berikut ini merupakan tabel pengerjaan dari metode peramalan *double moving average*.

Tabel 4.12–Metode *Double Moving Average*

Periode	*Demand*	S' Pergerakan 4 Bulan	S'' Pergerakan 4 Bulan	a	b	m	*Forecast*
1	520						
2	598						
3	572						
4	624	579					
5	650	611					
6	676	631					
7	663	653	618	688	23	1	711
8	624	653	637	670	11	1	680
9	676	660	649	670	7	1	677
10	689	663	657	669	4	1	672
11	728	679	664	695	10	1	705
12	702	699	675	722	16	1	738
13	754	718	690	747	19	1	766
14	806	748	711	784	24	1	808
15	858	780	736	824	29	1	853
16	845	816	765	866	34	1	900
17	884	848	798	899	34	1	932
18	910	874	830	919	30	1	949

Tabel 4.12─Metode *Double Moving Average* (lanjutan)

Periode	*Demand*	St' Pergerakan 4 Bulan	St" Pergerakan 4 Bulan	a	b	m	*Forecast*
19						1	949
20						2	979
21						3	1008
22						4	1038
23						5	1068
24						6	1098
25						7	1127
26						8	1157
27						9	1187

Berikut adalah metode *Double Moving Average* adalah salah satu metode yang digunakan dalam melakukan peramalan pada data historis permnitaan berjenis tren.

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai St’ pada periode 4 dengan menggunakan persamaan (2.17.)

$$St' = \frac{(260+598+572+624)}{4} = 579$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai St” pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.18.)

$$St'' = \frac{(579+611+631+653)}{4} = 618$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai at pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.19.)

$at = 653 + (653 – 618) = 688$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai bt pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.19.)

$$bt = \frac{(2 \text{ x } (653-618))}{3} = 23$$

Berikut tiga contoh perhitungan untuk mencari *forecast* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan 4.34.

F_{t+m} = 688 + 23 x 1 = 711

Setelah melakukan perhitungan untuk mencari nilai *forecast*, lalu nilai tersebut diuji tingkat kesalahan peramalan dan hasil perhitungan nilai *Error* dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4.13─Tingkat Kesalahan Peramalan

Error	**Abs *error***	***Error* kuadrat**	***Percentage error***	**Abs *percentage error***	**∑ei**	**Abs ∑ei**	***Tracking signal***
-48	48	2350	-7	7	-48	48	-1
-56	56	3173	-9	9	-105	105	-1
-1	1	2	0	0	-106	106	-1
17	17	273	2	2	-90	123	-1
23	23	530	3	3	-67	146	0
-36	36	1298	-5	5	-103	182	-1
-12	12	136	-2	2	-114	193	-1
-2	2	6	0	0	-117	196	-1
5	5	24	1	1	-112	201	-1
-55	55	2993	-6	6	-167	255	-1
-48	48	2324	-5	5	-215	304	-1
-39	39	1500	-4	4	-254	342	-1

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *error* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.10.)

$\text{ei} = 663 - 711 = -48$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *absolute* e*rror* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.11.)

Absolut ei = $\left| -48 \right| = 48$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *squared error* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.12.)

$Squared$ ei $= 48^2 = 2350$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *percentage error* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.13.)

$$Percentage\ ei = \frac{-48}{663} \times 100 = -7$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *absolute percentage error* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.14.)

$$Absolute\ percentage\ ei = |-7| = 7$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai sigma *error* pada periode 8 dengan menggunakan persamaan (2.15.)

$$\sum(ei) = -48 + -56 = -105$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai sigma *absolute error* pada periode 8 dengan menggunakan persamaan (2.16.)

$$\sum|ei| = 48 + 56 = 105$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *tracking signal* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.30.)

$$TS = \frac{-48}{48} = -1$$

Tabel 4.14 menjelaskan ringkasan dari tingkat kesalahan yang digunakan untuk perbandingan dengan metode lain yang digunakan dalam metode *double moving average*.

Tabel 4.14─Rata-Rata Tingkat Kesalahan

MAD	MSE	MAPE
29	1217	4

Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean absolute deviation* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.27.)

$$\text{MAD} = \frac{342}{12} = 29$$

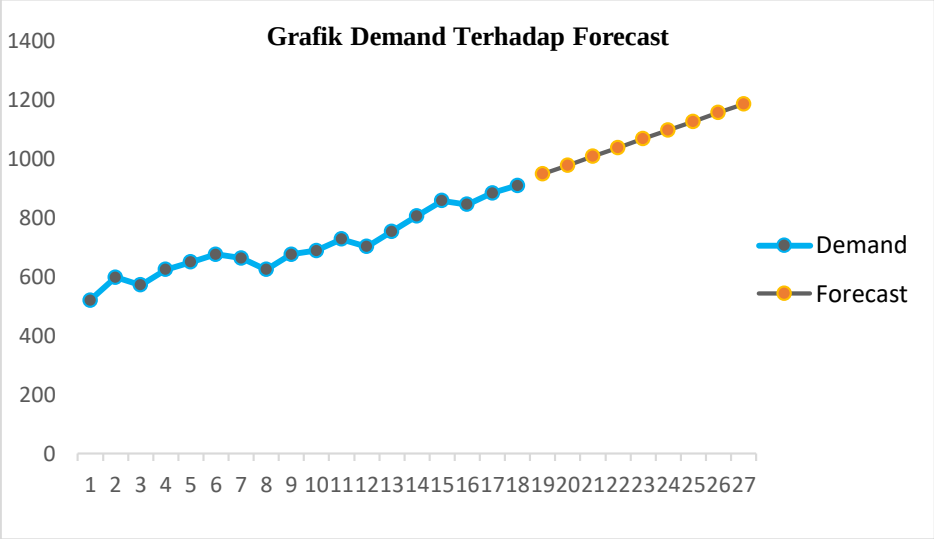
Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean squared error* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.28.)

$$\text{MSE} = \frac{14608}{12} = 1217$$

Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean absolute percentage error* pada periode 7 dengan menggunakan persamaan (2.29.)

$$\text{MAPE} = \frac{46}{12} = 4$$

Hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat terlihat plot data peramalan terhadap *demand* terlihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5—Plot Data Hasil Peramalan Terhadap *Demand* Metode DMA

4.2.2.3 *Double Eksponential Smooting* Menggunakan Parameter *Brown*

Tabel berikut ini merupakan tabel pengerjaan dari 4.15

Tabel 4.15—Metode *Double Eksponential Smooting*

Periode	*Demand*	St'	St''	at	bt	m	*Forecast*
1	520	520	520				
2	598	582	570	595	50		
3	572	577	576	579	6	1	584
4	624	614	606	621	30	1	651
5	650	645	637	653	31	1	684
6	676	671	664	678	27	1	705
7	663	666	665	666	1	1	667
8	624	632	638	625	-27	1	598
9	676	666	660	671	22	1	693
10	689	686	681	692	21	1	713
11	728	720	712	728	31	1	759
12	702	707	708	706	-4	1	702
13	754	744	737	751	28	1	779
14	806	796	784	807	47	1	855
15	858	848	835	860	51	1	911
16	845	848	845	850	10	1	860
17	884	876	870	882	25	1	907
18	910	905	898	912	28	1	940

Tabel 4.15─Metode *Double Eksponential Smooting* (lanjutan)

Periode	*Demand*	St'	St"	at	bt	m	*Forecast*
19						1	**940**
20						2	**967**
21						3	**995**
22						4	**1023**
23						5	**1051**
24						6	**1079**
25						7	**1107**
26						8	**1135**
27						9	**1163**

Berikut adalah metode *double eksponential smooting* (*brown*) adalah salah satu metode yang digunakan dalam melakukan peramalan pada data historis permnitaan berjenis tren.

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai St’ pada periode 2 dengan menggunakan persamaan (2.22.)

St’ = 0.8 x 598 + (1 – 0.8) x 520 = 582

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai St” pada periode 2 dengan menggunakan persamaan (2.23.)

St” = 0.8 x 582 + (1 – 0.8) x 520 = 570

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai at pada periode 2 dengan menggunakan persamaan (2.24.)

at = (2 x 582) – 570 = 595

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai bt pada periode 2 dengan menggunakan persamaan (2.25.)

bt = $\frac{0.8}{0.2}$ x $(577 - 576))$ = 6

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari *Forecast* periode 3 dengan menggunakan persamaan (2.26.)

F_{t+m} = 579 + 6 x 1 = 584

Sesudah melakukan perhitungan untuk mencari nilai *forecast*, lalu nilai tersebut diuji tingkat kesalahan peramalan dan hasil perhitungan nilai *error* dapat dilihat pada tabel 4.16

Tabel 4.16─Tingkat Kesalahan Peramalan

Error	**Abs *error***	**e^2**	**Percentage *error***	**Abs percentage *error***	**∑ei**	**Abs ∑ei**	**Tracking signal**
12	12	156	2	2	12	12	1
27	27	754	4	4	40	40	1
34	34	1127	5	5	74	74	1
29	29	815	4	4	102	102	1
4	4	17	1	1	106	106	1
-26	26	660	-4	4	81	132	1
17	17	279	2	2	97	149	1
24	24	558	3	3	121	172	1
31	31	976	4	4	152	203	1
0	0	0	0	0	152	203	1
25	25	623	3	3	177	228	1
49	49	2369	6	6	226	277	1
53	53	2853	6	6	279	331	1
15	15	236	2	2	295	346	1
23	23	545	3	3	318	369	1
30	30	878	3	3	347	399	1

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *error* pada periode 3 dengan menggunakan persamaan (2.10.)

ei $= 584 - 572 = 12$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *absolute* e*rror* pada periode 3 dengan menggunakan persamaan (2.11.)

absolut ei = $\left| 12 \right| = 6$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *squared error* pada periode 3 dengan menggunakan persamaan (2.12.)

$squared$ ei $= 12 = 156$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *percentage error* pada periode 3 dengan menggunakan persamaan (2.13.)

$$percentage\ ei = \frac{12}{572} \times 100 = 2$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *absolute percentage error* pada periode 3 dengan menggunakan persamaan (2.14.)

$$absolute\ percentage\ ei = |2| = 2$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai sigma *error* pada periode 4 dengan menggunakan persamaan (2.15.)

$$\sum(ei) = 27 + 12 = 40$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai sigma *absolute error* pada periode 4 dengan menggunakan persamaan (2.16.)

$$\sum|ei| = 27 + 12 = 40$$

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari nilai *tracking signal* pada periode 1 dengan menggunakan persamaan (2.30.)

$$TS = \frac{12}{12} = 1$$

Tabel 4.17 menjelaskan ringkasan dari tingkat kesalahan yang digunakan untuk perbandingan dengan metode lain yang digunakan dalam metode *double eksponential smooting* menggunakan metode *brown*.

Tabel 4.17─Rata-Rata Tingkat Kesalahan

MAD	MSE	MAPE	Alfa
25	974	3	0.8

Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean absolute deviation* dengan menggunakan persamaan (2.27.)

$$\text{MAD} = \frac{399}{16} = 25$$

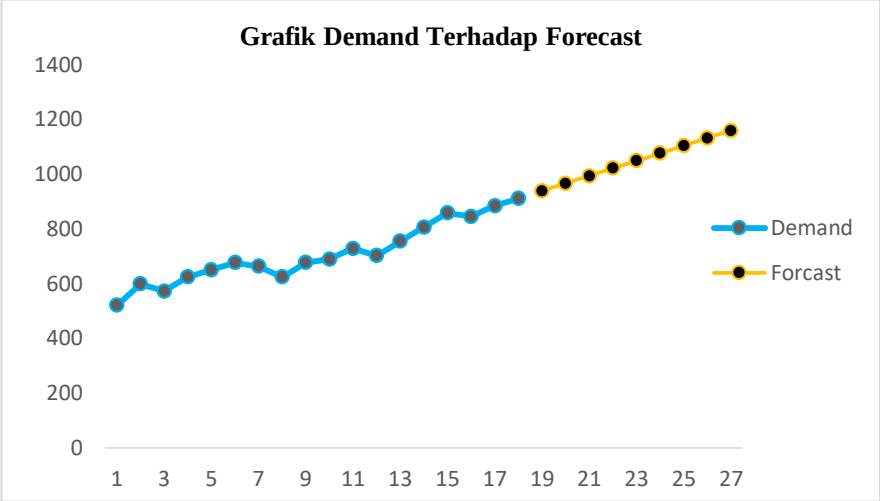
Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean squared error* dengan menggunakan persamaan (2.28.)

$$\text{MSE} = \frac{12847}{16} = 803$$

Berikut ini perhitungan untuk mencari nilai *mean absolute percentage error* engan menggunakan persamaan (2.29.)

$$\text{MAPE} = \frac{54}{16} = 3$$

Hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat terlihat plot data peramalan terhadap *demand* terlihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6—Plot Data Hasil Peramalan Terhadap *Demand* Metode DES

4.2.2.4 Analisis Hasil Perhitungan Perbandingan Metode Peramalan

Setelah melakukan perehitungan dengan menggunakan tiga metode peramalan dan menghitung hasil *error* terkecil dari setiap metode tersebut. Dari hasil nilai MAD, MSE dan MAPE dari setiap metode didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.18—Data Rata-Rata E*rror*

Error / **Metode**	**MAD**	**MSE**	**MAPE**
Regresi Linear	26	918	4
Double Moving Average	29	1217	4
Double Eksponensial Smooting	**25**	**803**	**3**

Dari hasil diatas maka terpilihlah hasil peramalan *Double Eksponential Smooting* karena rata-rata akurasi tingkat kesalahan atau *error* yang paling kecil dengan nilai *Mean Absolut Deviation* yaitu sebesar 25, *Mean Squared Error* 803 dan *Mean Absolut Percentage Error* 3 untuk hasil peramalan untuk 9 bulan selanjutnya.

4.3 Rencana Produksi Agregat

4.3.1 Metode Transportasi 1

Metode transportasi digunakan dengan tujuan untuk mengetahui biaya dalam melakukan proses produksi, tabel 4.19 adalah perencanaan agregat produksi dengan metode transportasi yang menggunakan 10 mesin dan 10 operator.

Tabel 4.19─Metode Transportasi 1 menggunakan 10 mesin dan 10 operator.

Periode		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inventory			0	0	0	0	0	0	0	0	kapasitas
1	*regular*	520 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	319000	520
	overtime	260 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	319000	260
	subcontract	160 285000	290500	296000	301500	307000	312500	318000	323500	329000	Sisa Kekurangan
2	*regular*	x	520 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	520
	overtime	x	260 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	260
	subcontract	x	187 285000	290500	296000	301500	307000	312500	318000	323500	Sisa Kekurangan
3	*regular*	x	x	520 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	520
	overtime	x	x	260 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	260
	subcontract	x	x	215 285000	290500	296000	301500	307000	312500	318000	Sisa Kekurangan
4	*regular*	x	x	x	520 275000	280500	286000	291500	297000	302500	520
	overtime	x	x	x	260 275000	280500	286000	291500	297000	302500	260
	subcontract	x	x	x	243 285000	290500	296000	301500	307000	312500	Sisa Kekurangan
5	*regular*	x	x	x	x	520 275000	280500	286000	291500	297000	520
	overtime	x	x	x	x	260 275000	280500	286000	291500	297000	260
	subcontract	x	x	x	x	271 285000	290500	296000	301500	307000	Sisa Kekurangan
6	*regular*	x	x	x	x		520 275000	280500	286000	291500	520
	overtime	x	x	x	x		260 275000	280500	286000	291500	260
	subcontract	x	x	x	x	x	299 285000	290500	296000	301500	Sisa Kekurangan
7	*regular*	x	x	x	x	x	x	520 275000	280500	286000	520
	overtime	x	x	x	x	x	x	260 275000	280500	286000	260
	subcontract	x	x	x	x	x	x	327 285000	290500	290500	Sisa Kekurangan
8	*regular*	x	x	x	x	x	x	x	520 275000	280500	520
	overtime	x	x	x	x	x	x	x	260 275000	280500	260
	subcontract	x	x	x	x	x	x	x	355 285000	290500	Sisa Kekurangan
9	*regular*	x	x	x	x	x	x	x	x	520 275000	520
	overtime	x	x	x	x	x	x	x	x	260 275000	260
	subcontract	x	x	x	x	x	x	x	x	383 285000	Sisa Kekurangan
Demand		940	967	995	1023	1051	1079	1107	1135	1163	

Jadwal induk produksi menggunakan dengan metode transportasi menggunakan 10 mesin dan 10 operator dalam perhitungan produk dalam satuan lusin dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20—Jadwal Induk Porduksi Transportasi 1

Periode	*Demand*	Produksi Regular	Produksi Lembur	Subkontrak	Total *Supply*
1	940	520	260	160	940
2	967	520	260	187	967
3	995	520	260	215	995
4	1023	520	260	243	1023
5	1051	520	260	271	1051
6	1079	520	260	299	1079
7	1107	520	260	327	1107
8	1135	520	260	355	1135
9	1163	520	260	383	1163

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari produksi regular pada periode 1

$$\text{Produksi Reguler} = \frac{\text{hari kerja} \times \text{tenaga kerja} \times \text{jam kerja normal}}{\text{Waktu baku}}$$

$$\text{Produksi Reguler} = \frac{26 \times 10 \times 12}{6} = 520$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari produksi lembur pada periode 1

$$\text{Produksi Lembur} = \frac{\text{hari kerja} \times \text{tenaga kerja} \times \text{jam kerja normal}}{\text{Waktu baku}}$$

$$\text{Produksi Lembur} = \frac{26 \times 10 \times 6}{6} = 260$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari subkontrak pada periode 1

Subkontrak = *Demand* – (produksi regular + produksi lembur)
Subkontrak = 940 – (520 + 260) = 160

Biaya perencanaan agregat produksi dengan metode transportasi menggunakan 10 mesin dan 10 operator dapat dilihat pada tabel 4.21

Tabel 4.21─Biaya Metode Transportasi 1

Periode	Produksi Regular	Produksi Lembur	Subkontrak	Setup	Total Biaya
1	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 45.494.697	Rp 5.460.000	Rp 265.454.697
2	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 53.436.055	Rp 5.460.000	Rp 273.396.055
3	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 61.377.412	Rp 5.460.000	Rp 281.337.412
4	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 69.318.770	Rp 5.460.000	Rp 289.278.770
5	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 77.260.127	Rp 5.460.000	Rp 297.220.127
6	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 85.201.485	Rp 5.460.000	Rp 305.161.485
7	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 93.142.843	Rp 5.460.000	Rp 313.102.843
8	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 101.084.200	Rp 5.460.000	Rp 321.044.200
9	Rp 143.000.000	Rp 71.500.000	Rp 109.025.558	Rp 5.460.000	Rp 328.985.558
Total	**Rp 1.287.000.000**	**Rp 643.500.000**	**Rp 695.341.146**	**Rp 49.140.000**	**Rp 2.674.981.146**

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari biaya produksi regular pada periode 1

Biaya Produksi Reguler = produksi reguler × ongkos biaya reguler

Biaya Produksi Reguler = 520 × 275000 = Rp. 143.000.000

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari biaya produksi lembur pada periode 1

Biaya Produksi Lembur = produksi lembur × ongkos biaya lembur

Biaya Produksi Lembur = 260 × 275000 = Rp. 71.500.000

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari subkontrak pada periode 1

Biaya Subkontrak = subkontrak × ongkos biaya lembur

Biaya Subkontrak = 160 × 285000 = Rp 45.494.697

4.3.2 Metode Transportasi 2

Metode transportasi digunakan dengan tujuan untuk mengetahui biaya dalam melakukan proses produksi, tabel 4.22 adalah perencanaan agregat produksi dengan metode transportasi yang menggunakan 15 mesin dan 15 operator.

Tabel 4.22─Metode Transportasi 2 menggunakan 15 mesin dan 15 operator.

Periode		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Inventory		0	0	0	0	0	0	0	0	0	kapasitas
1	regular	780 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	319000	780
	overtime	160 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	319000	390
	subcontract	285000	290500	296000	301500	307000	312500	318000	323500	329000	Sisa Kekurangan
2	regular	x	780 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	780
	overtime	x	187 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	313500	390
	subcontract	x	285000	290500	296000	301500	307000	312500	318000	323500	Sisa Kekurangan
3	regular	x	x	780 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	780
	overtime	x	x	215 275000	280500	286000	291500	297000	302500	308000	390
	subcontract	x	x	285000	290500	296000	301500	307000	312500	318000	Sisa Kekurangan
4	regular	x	x	x	780 275000	280500	286000	286000	291500	297000	780
	overtime	x	x	x	243 275000	280500	286000	286000	291500	297000	390
	subcontract	x	x	x	285000	290500	296000	296000	301500	307000	Sisa Kekurangan
5	regular	x	x	x	x	780 275000	280500	286000	291500	297000	780
	overtime	x	x	x	x	271 275000	280500	286000	291500	297000	390
	subcontract	x	x	x	x	285000	290500	296000	301500	307000	Sisa Kekurangan
6	regular	x	x	x	x		780 275000	280500	286000	291500	780
	overtime	x	x	x	x		299 275000	280500	286000	291500	390
	subcontract	x	x	x	x	x	285000	290500	296000	301500	Sisa Kekurangan
7	regular	x	x	x	x	x	x	780 275000	280500	286000	780
	overtime	x	x	x	x	x	x	327 275000	280500	286000	390
	subcontract	x	x	x	x	x	x	285000	290500	290500	Sisa Kekurangan
8	regular	x	x	x	x	x	x	x	780 275000	280500	780
	overtime	x	x	x	x	x	x	x	355 275000	280500	390
	subcontract	x	x	x	x	x	x	x	285000	290500	Sisa Kekurangan
9	regular	x	x	x	x	x	x	x	x	780 275000	780
	overtime	x	x	x	x	x	x	x	x	383 275000	390
	subcontract	x	x	x	x	x	x	x	x	285000	Sisa Kekurangan
Demand		940	967	995	1023	1051	1079	1107	1135	1163	

Jadwal induk produksi menggunakan dengan metode transportasi menggunakan 15 mesin dan 15 operator dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23─Jadwal Induk Produksi Metode Transportasi 2

Periode	*Demand*	Produksi Regular	Produksi Lembur	Subkontrak	Total *Supply*
1	940	780	160	0	940
2	967	780	187	0	967
3	995	780	215	0	995
4	1023	780	243	0	1023
5	1051	780	271	0	1051
6	1079	780	299	0	1079
7	1107	780	327	0	1107
8	1135	780	355	0	1135
9	1163	780	383	0	1163

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari produksi regular pada periode 1

$$\text{Produksi Reguler} = \frac{\text{hari kerja} \times \text{tenaga kerja} \times \text{jam kerja normal}}{\text{Waktu baku}}$$

$$\text{Produksi Reguler} = \frac{26 \times 15 \times 12}{6} = 780$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari produksi lembur pada periode 1

$$\text{Produksi Lembur} = \frac{\text{hari kerja} \times \text{tenaga kerja} \times \text{jam kerja normal}}{\text{Waktu baku}}$$

$$\text{Produksi Lembur} = \frac{26 \times 15 \times 6}{6} = 390$$

Karena tingkat produksi reguler dan produksi lembur sudah dapat memenuhi permintaan, maka pada skenario kedua ini yang menggunakan 15 mesin dan 15 operator tidak perlu adanya subkontrak.

Biaya perencanaan agregat produksi dengan metode transportasi menggunakan 15 mesin dan 15 operator dapat dilihat pada tabel 4.24

Tabel 4.24–Biaya Metode Transportasi 2

Periode	Produksi Regular	Produksi Lembur	Subkontrak	Setup	Total Biaya
1	Rp 214.500.000	Rp 43.898.392	Rp 0	Rp 6.577.414	Rp 264.975.805
2	Rp 214.500.000	Rp 51.561.105	Rp 0	Rp 6.772.464	Rp 272.833.570
3	Rp 214.500.000	Rp 59.223.819	Rp 0	Rp 6.967.515	Rp 280.691.334
4	Rp 214.500.000	Rp 66.886.532	Rp 0	Rp 7.162.566	Rp 288.549.099
5	Rp 214.500.000	Rp 74.549.246	Rp 0	Rp 7.357.617	Rp 296.406.863
6	Rp 214.500.000	Rp 82.211.959	Rp 0	Rp 7.552.668	Rp 304.264.627
7	Rp 214.500.000	Rp 89.874.673	Rp 0	Rp 7.747.719	Rp 312.122.392
8	Rp 214.500.000	Rp 97.537.386	Rp 0	Rp 7.942.770	Rp 319.980.156
9	Rp 214.500.000	Rp 105.200.100	Rp 0	Rp 8.137.821	Rp 327.837.920
Total	**Rp 1.930.500.000**	**Rp 670.943.211**	Rp 0	**Rp 66.218.554**	**Rp 2.667.661.766**

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari biaya produksi regular pada periode 1

Biaya Produksi Reguler = produksi reguler × ongkos biaya reguler

Biaya Produksi Reguler = 780 × 275000 = Rp. 214.500.000

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mencari biaya produksi lembur pada periode 1

Biaya Produksi Lembur = produksi lembur × ongkos biaya lembur

Biaya Produksi Lembur = 390 × 275000 = Rp. 43.898.392

Berikut ini contoh perhitungan untuk mencari subkontrak pada periode 1

Biaya Subkontrak = subkontrak × ongkos biaya lembur

Biaya Subkontrak = 0 × 285000 = Rp 0

Berikut ini adalah tabel 4.25 dan 4.26 yaitu hasil perbandingan biaya dari rencana produksi menggunakan 10 mesin dengan 10 operator dan menggunakan 15 mesin dengan 15 operator untuk mengetahui biaya yang paling minimum agar dapat digunakan perusahaan dalam proses perencanaan pengendalian produksi.

Tabel 4.25─Biaya Total Metode Transportasi 1 (10 mesin dan 10 Operator)

Jenis Biaya	Subtotal
Produksi Reguler	Rp 1.287.000.000
Produksi Lembur	Rp 643.500.000
Subkontrak	Rp 695.341.146
Setup	Rp 49.140.000
Total	**Rp 2.674.981.146**

Tabel 4.26─Biaya Total Metode Transportasi 2 (15 mesin dan 15 Operator)

Jenis Biaya	Subtotal
Produksi Reguler	Rp 1.930.500.000
Produksi Lembur	Rp 670.943.211
Subkontrak	Rp. 0
Setup	Rp 66.218.554
Total	**Rp 2.667.661.766**

4.4 *Lotting*

Perhitungan *lotting* digunakan untuk *input material requierement planning*, metode yang *lotting* yang digunakan adalah *lot for lot,* EOQ dan POQ. Rencana kebutuhan komponen untuk pembuatan produk sweater dapat dilihat pada tabel 4.27.

Tabel 4.27─Kebutuhan Komponen *Lotting*

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demand	940	967	995	1023	1051	1079	1107	1135	1163
Kebutuhan komponen spandek	657	677	696	716	735	755	774	794	813
Kebutuhan komponen PE	282	290	299	307	315	324	332	340	349

4.4.1 *Lot for Lot* Spandek

Perhitungan pertama menggunakan teknik *lotting lot for lot* bahan spandek untuk *input material requirement planning* pembuatan produk sweater pada tabel 4.28.

Tabel 4.28─*Lot for Lot* Bahan Spandek

Periode	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Demand	**657**	**677**	**696**	**716**	**735**	**755**	**774**	**794**	**813**
Lot Size	657	677	696	716	735	755	774	794	813
Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Cost							**Rp. 4.680.000**		

4.4.2 EOQ Spandek

Perhitungan kedua menggunakan teknik *lotting* EOQ bahan spandek untuk *input material requirement planning* pembuatan produk sweater pada tabel 4.29.

Tabel 4.29─EOQ Bahan Spandek

Periode	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Demand	**657**	**677**	**696**	**716**	**735**	**755**	**774**	**794**	**813**
Lot Size	773	773	773	773	773	773	773	773	773
Inventory	116	212	289	346	383	401	400	379	339

Tabel 4.29─EOQ Bahan Spandek (lanjutan)

D	**LOT**	**Sum. Inv**	**Total Cost**
735	773	2685	**Rp. 8.347.603**

4.4.3 POQ Spandek

Perhitungan ketiga menggunakan teknik *lotting* POQ bahan spandek untuk *input material requirement planning* pembuatan produk sweater pada tabel 4.30.

Tabel 4.30─POQ Bahan Spandek

Periode	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Demand	**657**	**677**	**696**	**716**	**735**	**755**	**774**	**794**	**813**
Lot Size	1334		1412		1490		2381		
Inventory	677	0	716	0	755	0	1607	813	0

Tabel 4.30─POQ Bahan Spandek (lanjutan)

D	**T**	**EOQ**	**POQ**	**Sum. Inv**	**Total Cost**
6617	9	773	2	4568	**Rp. 7.927.040**

4.4.4 *Lot for Lot* PE

Perhitungan pertama menggunakan teknik *lotting lot for lot* bahan PE untuk *input material requirement planning* pembuatan produk sweater pada tabel 4.31.

Tabel 4.31─*Lot For Lot* Bahan Spandek

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demand	**282**	**290**	**299**	**307**	**315**	**324**	**332**	**340**	**349**
Lot Size	282	290	299	307	315	324	332	340	349
Inventory	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Cost							**Rp. 2.340.000**		

4.4.5 EOQ PE

Perhitungan kedua menggunakan teknik *lotting* EOQ bahan PE untuk *input material requirement planning* pembuatan produk sweater pada tabel 4.32.

Tabel 4.32─EOQ Bahan PE

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demand	**282**	**290**	**299**	**307**	**315**	**324**	**332**	**340**	**349**
Lot Size	376	376	376	376		376	376	376	376
Inventory	94	180	257	326	11	63	107	143	170

Tabel 4.32─EOQ Bahan PE (lanjutan)

D	LOT	Sum. Inv	Total Cost
315	376	1350	**Rp. 3.905.946**

4.4.6 POQ PE

Perhitungan ketiga menggunakan teknik *lotting* POQ bahan PE untuk *input material requirement planning* pembuatan produk sweater pada tabel 4.33.

Tabel 4.33─POQ Bahan PE

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demand	**282**	**290**	**299**	**307**	**315**	**324**	**332**	**340**	**349**
Lot Size	572		606		639		1021		
Inventory	290	0	307	0	324	0	689	349	0

Tabel 4.33─POQ Bahan PE (lanjutan)

D	T	EOQ	POQ	Sum. Inv	Total Cost
2838	9	376	2	1959	**Rp. 3.312.440**

4.5 *Material Requirement Planning*

4.5.1 *Material Requirement Planning* Komponen spandek dan PE Produk Sweater

Berikut ini tabel 4.34 dan 4.35 merupakan prosedur proses perhitungan *material requirement planning* untuk kebutuhan produk sweater.

Tabel 4.34─Perhitungan *Material Requirement Planning* Komponen Spandek Produk Sweater

Part Number	1							*Description*	**Spandek**
BOM/UOM	**Each**							***On Hand***	**265**
Lead Time	**0**							***Lot Size***	**LFL**
Periode		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gross Requirement		**657**	**677**	**696**	**716**	**735**	**755**	**774**	**794**	**813**
Schedule Receipt		0	0	0	0	0	0	0	0	0
On Hand Inventory	265	-392	0	0	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement		392	677	696	716	735	755	774	794	813
Planned Order Receipt		392	677	696	716	735	755	774	794	813
Planned Order Release		392	677	696	716	735	755	774	794	813

Tabel 4.35─Perhitungan *Material Requirement Planning* Komponen PE Produk Sweater

Part Number	2							*Description*	**PE**
BOM/UOM	**Each**							***On Hand***	**114**
Lead Time	**0**							***Lot Size***	**LFL**
Periode		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gross Requirement		**282**	**290**	**299**	**307**	**315**	**324**	**332**	**340**	**349**
Schedule Receipt		0	0	0	0	0	0	0	0	0
On Hand Inventory	114	-168	0	0	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement		168	290	299	307	315	324	332	340	349
Planned Order Receipt		168	290	299	307	315	324	332	340	349
Planned Order Release		168	290	299	307	315	324	332	340	349