

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab analisis dan pembahasan ini berisi data yang telah dikumpulkan dan selanjutnya dilakukan pengolahan data. Bab ini membahas mengenai kondisi perencanaan produksi perusahaan, yang selanjutnya dilakukan analisa dan perumusan model usulan yang dapat diterapkan oleh pihak perusahaan.

4.1 Profil Perusahaan

KUD Dau berdiri sejak tahun 1973 dan terletak di Jalan Sidomakmur 26 Desa Mulyoagung Kecamatan Dau Kabupaten Malang. KUD Dau didirikan untuk membantu masyarakat sekitar untuk mengembangkan usaha ternak dan untuk membantu dalam pengelolaan hasil ternak, selain itu untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat. Koperasi Unit Desa (KUD) Dau Malang adalah perusahaan yang didirikan untuk mengembangkan usaha ternak serta dalam pengolahan hasil ternak. KUD Dau termasuk unit usaha industri mikro dan kecil (IMK). Salah satu kegiatan usaha yang ada di KUD Dau adalah unit pengolahan susu, yaitu mengolah dari susu sapi segar menjadi susu yang siap untuk diminum. Selain menggunakan susu untuk diproduksi sendiri, KUD Dau juga merupakan pemasok susu segar perusahaan susu Nestle. Hasil produksi unit pengolahan susu adalah susu pasteurisasi dan homogenisasi Dau Fresh Milk. Tenaga yang bekerja di sini sekitar 85 orang pekerja tetap. Pemasaran susu pasteurisasi KUD Dau Malang itu sendiri meliputi daerah Jawa Timur dan Bali. Struktur organisasi unit pengolahan susu KUD Dau dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.1.1 Deskripsi Produk

Dau Fresh Milk merupakan produk KUD Dau yang diproses dengan pemanasan pada temperatur 72°C hingga 92°C selama 15 detik. Bahan baku yang digunakan merupakan susu segar murni sapi perah. Dau Fresh Milk merupakan jenis susu pasteurisasi yang tidak menggunakan pengawet, oleh karena itu daya tahan sangat pendek yaitu selama 5 hari. Produk ini memiliki banyak varian rasa, yaitu coklat, strawberry, mocca, melon, durian dan *plain* atau original. Adapun varian ukuran susu pasteurisasi yang disajikan

meliputi kemasan 140 cc, 200 cc, dan 600 cc. Gambar 4.1 merupakan salah satu produk susu pasteurisasi KUD dengan varian ukuran kemasan 140cc.



Gambar 4.1 Kemasan gelas susu pasteurisasi KUD Dau

4.1.2 Proses Produksi

Proses produksi susu Dau Fresh Milk adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi susu pasteurisasi berupa susu segar dan perasa. Susu segar ini berasal dari peternak yang ada di Batu. Kondisi awal susu masih panas dan memiliki suhu maksimal sebesar $27,5^{\circ}\text{C}$, karena dari perasan susu hewan ternak sapi. Sebelum didistribusikan ke KUD, susu sudah harus memiliki suhu lebih rendah dari 4°C . Bahan baku susu segar ini diantarkan dengan menggunakan truk tangki. Truk tangki harus memenuhi persyaratan, beberapa persyaratannya adalah memiliki pendingin didalamnya, terdapat penutup dan *double wall*. Persyaratan ini harus ada untuk menjaga kesegaran susu.

2. Proses penerimaan susu dari peternak

Dengan menggunakan truk tangki, susu segar dialirkan ke transit susu sementara yaitu di *dum tank*. Proses pemindahan ini dilakukan dengan menggunakan pipa *stainless steel* dengan sambungan pipa (konektor). Pipa *stainless steel* yang bersih adalah pipa yang permukaan dalamnya mengkilat, maka dari itu harus selalu dibersihkan sebelum melakukan proses pemindahan susu.

3. Proses produksi

a. Transit susu sementara di *Dum Tank*

Pada saat di *dum tank*, diambil sampel susu untuk melakukan pengujian secara cepat. Pengujian susu segar merupakan persyaratan wajib dilakukan, dengan tujuan bahwa susu segar tersebut baik secara fisik, komposisi maupun kualitasnya telah

memenuhi persyaratan yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Beberapa pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

1) Uji lemak

Uji lemak dilakukan dengan tabung *Butyrometer*. Kadar lemak akan lebih tinggi jika susu disetorkan peternak pada sore hari.

2) Uji *Methylen Blue Reductase Time* (MBRT)

Uji MBRT merupakan uji kandungan bakteri yang sangat murah dan mudah dilakukan. Uji ini dilakukan untuk mengukur tingkat kebersihan dan kesegaran susu. Semakin tinggi jumlah bakteri maka semakin cepat pula perubahan warna pada *methylen blue*.

3) Uji pemalsuan

Uji pemalsuan ini menguji dari kandungan gula, karbonat (soda kue), dan borax (bahan yang sangat berbahaya).

b. Pendinginan di *Plate Cooler*

Setelah melakukan beberapa pengujian, susu dialirkan menuju tempat untuk mendinginkan susu. Pendinginan susu dilakukan dengan menggunakan *plate cooler*, dimana di dalamnya terdapat mesin *ice bank* yang berguna untuk mempercepat pendinginan. Pendinginan di *plate cooler* memiliki kapasitas sebesar 1000 cc/jam.

c. Pendinginan di *Cooling Bahan Baku*

Setelah pendinginan di *plate cooler*, susu dialirkan kembali ke tempat pendinginan lainnya untuk lebih distabilkan, yaitu *cooling* bahan baku. Tempat pendinginan ini berbentuk sebuah tabung tangki yang sangat besar. Pendinginan di *cooling* bahan baku memiliki suhu antara 0°C hingga 4°C.

d. Transit susu sementara di *Transit Tank*

Setelah melakukan serangkaian proses pendinginan, susu dialirkan ke *transit tank* untuk sementara sebelum pemanasan. *Transit tank* yang digunakan berbentuk tabung tangki yang besar.

e. Pemanasan (*Plate Heat Exchanger*)

Pemanasan susu dilakukan dengan menggunakan *plate heat exchanger*. Susu tidak dipanaskan secara langsung, namun menggunakan uap panas yang berasal dari

tempat khusus untuk mendidihkan air. Suhu pada saat pemanasan mencapai 72°C hingga 92°C dan dilakukan selama 15 detik. Pemanasan ini bertujuan untuk membunuh bakteri yang merugikan dan mempertahankan nutrisi dan bakteri yang menguntungkan.

f. Pemecahan lemak (*Homogenizer*)

Pemecahan lemak ini berguna untuk memecah lemak menjadi molekul-molekul kecil. Lemak merupakan kandungan yang penting dalam susu, namun kandungan lemak tidak boleh berlebihan dalam susu, yaitu hanya sekitar 1,5% hingga 2,8%.

g. Pemisahan lemak (*Separator*)

Proses pemisahan lemak merupakan kelanjutan proses dari pemecahan lemak. Lemak yang telah menjadi molekul-molekul, di separator molekul-molekul lemak yang berlebih akan dipisahkan dari susu, hingga mencapai batas yang telah ditentukan dan sesuai kebutuhan.

h. Pemanasan kembali

Setelah melakukan proses pemecahan lemak dan pemisahan lemak, susu dialirkan kembali menuju tempat pemanasan, yaitu *plate heat exchanger*. Pemanasan yang kedua kalinya ini berguna untuk menstabilkan pemanasan dan suhu. Suhu pada saat pemanasan kembali sama dengan pemanasan awal, yaitu 72°C hingga 92°C.

i. Pendinginan di *plate cooler*

Setelah melakukan pemanasan, susu didinginkan kembali dengan suhu 0°C hingga 4°C. Proses ini sama dengan pendinginan di awal produksi, hanya saja kandungan yang merugikan di dalamnya sudah hilang.

j. Pemberian rasa (*Mixing Flavour*)

Formula rasa diberikan ke susu yang telah dingin di tangki besar, yaitu bagian *mixing flavour*. Rasa yang diberikan beragam, yaitu rasa strawberry, mocca, coklat, melon, dan durian. Dengan menggunakan komposisi yang tepat susu di campur aduk untuk masing-masing rasa.

k. Pengemasan (*Packing Cup*)

Pengemasan dilakukan dengan mesin *packing cup* secara otomatis. Proses pengemasan ini dibantu oleh pekerja yang mengepak botol ataupun gelas yang

sudah terisi susu ke dalam plastik hitam yang diisi sesuai jumlah yang telah ditetapkan kemudian diletakkan dalam *box*.

1. Penyimpanan (*Cool Storage*)

Botol dan gelas susu yang dimasukkan ke dalam plastik hitam diletakkan ke dalam kotak-kotak dan di pindahkan ke dalam gudang penyimpanan sebelum didistribusikan ke pemasok susu pasteurisasi. Gudang penyimpanan ini dinamakan *cool storage*. Sesuai dengan namanya, gudang ini memiliki suhu yang dingin guna mempertahankan kestabilan suhu susu antara 0°C hingga 4°C.

4.2 Sistem Perencanaan Produksi

KUD Dau memproduksi dua macam susu, yaitu susu segar homogenisasi dan susu pasteurisasi dengan beberapa varian rasa. KUD Dau menggunakan sistem produksi berbasis *make to stock* untuk produk susu homogenisasi sedangkan untuk susu pasteurisasi menggunakan sistem semi *make to stock*, dimana pihak KUD menentukan perencanaan produksi harian sebagai *stock* yang akan dijual pada suatu hari tertentu dan juga menerima *order* sepanjang *order* dilakukan H-1 sebelum diproduksi sampai sebelum waktu produksi harian dimulai. Dalam penentuan jumlah produksi pihak perusahaan masih menggunakan intuisi dan sistem perhitungan dari pihak KUD. Karena karakteristik produk yang mempunyai umur pendek, yaitu lima hari, sehingga dihindari adanya persediaan karena dapat mengurangi kualitas produk apabila sampai ke tangan konsumen. Pihak KUD membatasi penyimpanan produk susu pasteurisasi hanya dua hari, terhitung pada hari susu pasteurisasi diproduksi. Untuk sistem penjualannya perusahaan menggunakan sistem FIFO agar tidak terjadi pengurangan masa susu pasteurisasi.

Untuk proses perencanaan produksinya, pertama – tama Kepala Sub Bagian Produksi menentukan jumlah produksi harian. Setelah itu pihak Kepala Unit susu pasteurisasi melakukan pemesanan untuk bahan baku kepada pihak pemasok. Kemudian keesokan harinya bagian staf produksi melakukan proses pembuatan susu pasteurisasi sesuai dengan perencanaan yang ditentukan. Untuk setiap *shift* dibutuhkan waktu 3 jam untuk pengolahannya. Setelah produk telah selesai diproduksi, bagian coordinator *driver* melakukan pengiriman pada hari tersebut. Dengan sistem perencanaan produksi tersebut, selama ini perusahaan menanggung beberapa biaya akibat adanya ketidaksesuaian

perencanaan produksi yang mereka rencanakan. Ketika perusahaan mengalami *overstock*, perusahaan akan menanggung biaya *inventory* untuk setiap satuan produk, ketika terjadi *shortage*, perusahaan juga akan menanggung biaya *shortage*. Dan ketika produk masih belum dikirim lebih dari dua hari susu akan dikonsumsi oleh karyawan perusahaan sendiri atau dibuang. Sehingga perusahaan harus menanggung biaya *waste* karena konsumen tidak berani menanggung ketersediaan susu yang sudah mendekati masa *expired*.

4.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu data yang berkaitan untuk menentukan perencanaan produksi yang optimal untuk pihak perusahaan. Adapun data tersebut antara lain, permintaan dan data produksi KUD Dau selama satu bulan, yaitu bulan Maret 2013, data kapasitas produksi, dan data biaya – biaya yang ditimbulkan akibat ketidak sesuaian perencanaan produksi yang dilakukan pihak KUD Dau.

4.3.1 Data Permintaan

Tabel 4.1 Data Permintaan Bulan Maret 2013

Tanggal	Permintaan		Tanggal	Permintaan	
	140 cc	200 cc		140 cc	200 cc
1	300	330	17	755	742
2	750	1230	18	465	369
3	912	528	19	630	965
4	950	1220	20	785	861
5	610	330	21	763	300
6	820	1165	22	450	1067
7	360	1235	23	630	975
8	250	605	24	560	550
9	625	630	25	920	1207
10	820	795	26	540	779
11	720	984	27	780	419
12	740	1064	28	550	879
13	835	835	29	780	729
14	460	789	30	920	827
15	265	620	31	610	766
16	880	1184			

Seperti yang dijelaskan pada sub bab 4.2 bahwa susu pasteurisasi adalah salah satu produk yang diproduksi secara harian oleh KUD Dau dengan beberapa varian rasa dan tiga varian ukuran yaitu 140cc, 200cc dan 600cc. Akan tetapi pada varian ukuran 600cc pihak KUD melakukan perencanaan produksi dengan sistem *make to order*, sehingga pada penelitian ini hanya dibatasi pada dua varian ukuran saja yaitu 140cc dan 200cc. Karena sistem perencanaan untuk susu pasteurisasi adalah semi *make to stock*, maka pada Tabel 4.1 hanya ditampilkan data permintaan susu pasteurisasi dengan ukuran 140 cc dan 200 cc pada bulan Maret 2013 yang hanya bersifat *uncertain* tanpa diakumulasikan dengan jumlah permintaan yang dilakukan secara *order* sebelum waktu produksi dimulai.

4.3.2 Data Produksi

Tabel 4.2 Data Produksi Bulan Maret 2013

Tanggal	Produksi		Tanggal	Produksi	
	140 cc	200 cc		140 cc	200cc
1	680	1410	17	430	451
2	1208	825	18	615	521
3	1232	810	19	323	1341
4	560	1246	20	845	650
5	1500	550	21	682	1203
6	398	1262	22	420	921
7	308	450	23	235	550
8	600	730	24	845	1320
9	880	1255	25	568	768
10	1150	520	26	862	782
11	450	1210	27	438	625
12	560	620	28	562	1020
13	545	925	29	623	920
14	620	605	30	835	538
15	830	1104	31	545	850
16	225	841			

KUD Dau melakukan perencanaan produksi untuk susu homogenisasi dan susu pasteurisasi, sedangkan pada penelitian ini akan disorotkan pada salah satu objek yaitu susu pasteurisasi. Untuk susu pasteurisasi pihak KUD Dau melakukan perencanaan produksi

secara harian, dimana sistem perencanaan masih sebatas intuisi dari pihak departemen yang menangani masalah perencanaan produksi di perusahaan. Selain menentukan nilai perencanaan produksi secara harian, untuk produk pasteurisasi pihak KUD juga menerima *order* seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Dalam menanggulangi hal tersebut perusahaan akan menambah jumlah produksi sesuai dengan jumlah *order* yang diminta pada hari yang bersangkutan. Dengan adanya penambahan *order* tersebut akan menyebabkan perubahan nilai yang signifikan dan dalam pemenuhannya pun cukup dengan menambahkan jumlah pemesanan dengan perencanaan yang ditentukan hari tersebut. Oleh karena itu, pada sub bab ini hanya dicantumkan data produksi harian yang hanya ditentukan oleh pihak KUD saja. Pada Tabel 4.2 mepresentasikan data produksi harian susu pasteurisasi untuk varian produk 140cc dan 200cc pada bulan maret 2013.

4.3.3 Data Kapasitas Produksi dan Biaya – Biaya yang ditimbulkan

Pada sub bab ini akan dicantumkan batasan kapasitas produksi harian KUD Dau untuk membatasi jumlah produksi optimal yang akan ditentukan pada penelitian ini. Adapun kapasitas produksi susu per hari adalah 8000 liter. Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai perencanaan produksi optimal. Oleh karena itu diperlukan data biaya – biaya yang ditimbulkan ketika perencanaan produksi perusahaan tidak sesuai dengan permintaan. Adapun biaya – biaya tersebut telah dibahas pada sub bab 4.3, yaitu *inventory cost* ketika perusahaan mengalami *overstock*, *shortage cost* ketika perusahaan mengalami *shortage*, dan *waste cost* ketika kelebihan produk memiliki masa umur lebih dari 1 hari (*scrapped*). Pada Tabel 4.3 akan dijabarkan biaya – biaya yang dapat ditimbulkan untuk produk pasteurisasi dengan varian ukuran 140cc dan 200cc.

Tabel 4.3 Biaya – Biaya yang Ditimbulkan

Jenis Produk	<i>Inventory Cost</i> (C_i) (Rp / unit)	<i>Shortage Cost</i> (C_u) (Rp / unit)	<i>Waste Cost</i> (C_w) (Rp / unit)
140 cc	20	300	1200
200 cc	30	500	1500

Pada Tabel 4.3 terdapat masing – masing biaya yang ditimbulkan untuk masing – masing kondisi pada varian ukuran 140cc dan 200cc. Biaya *shortage* didapatkan dari selisih antara harga pokok produksi produk dan harga jual produk. Sedangkan biaya untuk kondisi

scrapped adalah harga pokok produksi produk setiap unitnya, dan *inventory cost* didapatkan berdasarkan hasil wawancara dari perusahaan.

4.4 Pengolahan Data

4.4.1 Perhitungan Total Biaya *Existing* Susu Pasteurisasi

Perhitungan total biaya *existing* akan dilakukan pada kedua jenis produk yaitu 140cc dan 200cc. Untuk mendapatkan total biaya, akan dihitung terlebih dahulu untuk berapa jumlah produk yang *shortage*, *overstock* dan *scrapped*. Sedangkan untuk perhitungannya menggunakan fungsi kondisi “if” pada *Microsoft excel*. Setelah itu akan dikalikan dengan biaya resikonya, kemudian akan diakumulasikan untuk mendapatkan total biaya *existing*.

4.4.1.1 Perhitungan Total Biaya *Existing* Susu Pasteurisasi 140cc

Pada table 4.4 berikut dijabarkan hasil pengolahan data untuk perhitungan jumlah *shortage*, *overstock* dan *scrapped*. Pada pengolahan data berikut ditambahkan kolom stock awal dan total stock, dimana stock awal pada hari ke- n merupakan nilai *overstock* pada hari ke $n-1$ dan total stock adalah akumulasi nilai stock awal dan produksi hari ke- n . Nilai *overstock* muncul ketika produksi hari ke- n melebihi permintaan hari ke- n dan nilai tersebut akan menjadi stock awal pada keesokan harinya. Sedangkan nilai *scrapped* muncul ketika nilai stock awal hari ke- n kurang dari permintaan hari ke- n . Untuk nilai *shortage* muncul ketika nilai produksi kurang dari permintaan. Tabel 4.4 merupakan rekapitan hasil perhitungan *shortage*, *overstock* dan *scrapped* harian pada bulan Maret 2013.

Table 4.4 Jumlah *Shortage*, *Overstock*, dan *Scrapped* Susu Pasteurisasi 140 cc

Tanggal	stock awal	produksi	total stock	demand	shortage	overstock	scrapped
1	0	680	680	300	0	380	0
2	380	1208	1588	750	0	838	0
3	838	1232	2070	912	0	1158	0
4	1158	560	1718	950	0	560	208
5	560	1300	1860	610	0	1250	0
6	1250	398	1648	820	0	398	430
7	398	308	706	360	0	308	38
8	308	600	908	250	0	600	58
9	600	880	1480	625	0	855	0
10	855	1150	2005	820	0	1150	35

Tanggal	stock awal	produksi	total stock	demand	shortage	overstock	scrapped
11	1150	450	1600	720	0	450	430
12	450	560	1010	740	0	270	0
13	270	545	815	835	20	0	0
14	0	620	620	460	0	160	0
15	160	830	990	265	0	725	0
16	725	225	950	880	0	70	0
17	70	430	500	755	255	0	0
18	0	615	615	465	0	150	0
19	150	323	473	630	157	0	0
20	0	845	845	785	0	60	0
21	60	682	742	763	21	0	0
22	0	420	420	450	30	0	0
23	0	235	235	630	395	0	0
24	0	845	845	560	0	285	0
25	285	568	853	920	67	0	0
26	0	862	862	540	0	322	0
27	322	438	760	780	20	0	0
28	0	562	562	550	0	12	0
29	12	623	635	780	145	0	0
30	0	835	835	920	85	0	0
31	0	545	545	610	65	0	0
TOTAL					1260	10001	1199

Berdasarkan Tabel 4.4, diketahui total *shortage*, *overstock* dan *scarrep* selama bulan Maret 2013 berturut – turut sebesar 1.260, 10.001, dan 1.199. Dengan demikian, total biaya existing susu pasteurisasi 140 cc dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= (\sum \text{shortage} \times \text{shortage cost}) + (\sum \text{overstock} \times \text{inventory cost}) + (\sum \text{scrapped} \times \text{waste cost}) \\
 &= (1.260 \times 300) + (10.001 \times 20) + (1.199 \times 1.200) \\
 &= 2.016.820
 \end{aligned}$$

Jadi, total biaya *existing* yang ditanggung perusahaan pada bulan Maret 2013 untuk produk susu pasteurisasi ukuran 140cc sebesar Rp2.016.820,-

4.4.1.2 Perhitungan Total Biaya *Existing* Susu Pasteurisasi 200cc

Sama halnya dengan yang telah dipaparkan pada varian susu pasteurisasi sebelumnya, pada sub bab ini juga akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan total biaya existing yang ditanggung perusahaan pada bulan Maret 2013 dengan melakukan perhitungan berapa jumlah tiap – tiap kondisi akibat ketidaksesuaian perencanaan produksi, yaitu *shortage*, *overstock* dan *scrapped*.

Table 4.5 Perhitungan Total Biaya Existing Susu Pasteurisasi 200 cc

Tanggal	stock awal	produksi	total stock	demand	shortage	overstock	scrapped
1	0	1410	1410	330	0	1080	0
2	1080	825	1905	1230	0	675	0
3	675	810	1485	528	0	810	147
4	810	1246	2056	1220	0	836	0
5	836	550	1386	330	0	550	506
6	550	1262	1812	1165	0	647	0
7	647	450	1097	1235	138	0	0
8	0	730	730	605	0	125	0
9	125	1255	1380	630	0	750	0
10	750	520	1270	795	0	475	0
11	475	1210	1685	984	0	701	0
12	701	620	1321	1064	0	257	0
13	257	925	1182	835	0	347	0
14	347	605	952	789	0	163	0
15	163	1104	1267	620	0	647	0
16	647	841	1488	1184	0	304	0
17	304	451	755	742	0	13	0
18	13	521	534	369	0	165	0
19	165	1341	1506	965	0	541	0
20	541	650	1191	861	0	330	0
21	330	1203	1533	300	0	1203	30
22	1203	921	2124	1067	0	921	136
23	921	550	1471	975	0	496	0
24	496	1320	1816	550	0	1266	0
25	1266	768	2034	1207	0	768	59
26	768	782	1550	779	0	771	0
27	771	625	1396	419	0	625	352
28	625	1020	1645	879	0	766	0

Tanggal	stock awal	produksi	total stock	demand	shortage	overstock	scrapped
29	766	920	1686	729	0	920	37
30	920	538	1458	827	0	538	93
31	538	850	1388	766	0	622	0
TOTAL					138	18312	1360

Total biaya existing susu pasteurisasi 200 cc pada bulan Maret 2013 dapat dihitung berdasarkan Tabel 4.5 dimana total *shortage*, *overstock* dan *scarrep* selama bulan Maret 2013 berturut – turut sebesar 138, 18.312, dan 1.360. Dengan demikian, total biaya existing susu pasteurisasi 200 cc dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= (\sum \text{shortage} \times \text{shortage cost}) + (\sum \text{overstock} \times \text{inventory cost}) + (\sum \text{scrapped} \times \text{waste cost}) \\
 &= (138 \times 500) + (18.312 \times 30) + (1.360 \times 1.500) \\
 &= 2.658.360,-
 \end{aligned}$$

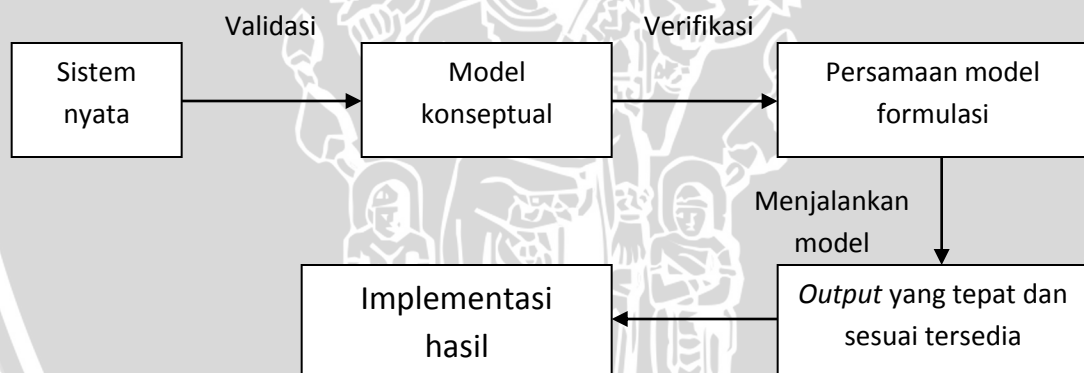
Jadi, total biaya *existing* yang ditanggung perusahaan pada bulan Maret 2013 untuk produk susu pasteurisasi ukuran 200cc sebesar Rp2.658.360,-

4.5 Formulasi Persamaan Model

Untuk dapat menentukan suatu formulasi persamaan model suatu permasalahan, urutan pertama yang dilakukan adalah mempelajari sistem relevan dan mengembangkan pernyataan permasalahan yang telah dipertimbangkan dengan jelas. Penggambaran sistem dalam pernyataan ini termasuk pernyataan tujuan, sumber daya yang membatasi, alternatif keputusan, dan variabel yang mempengaruhi dalam penentuan keputusan. Penetapan tujuan yang tepat merupakan aspek yang sangat penting untuk membentuk tujuan optimalisasi yang sesuai. Dalam penelitian ini tujuan optimalisasi yang dilakukan adalah untuk meminimasi biaya akan adanya ketidaksesuaian perencanaan produksi pada KUD Dau.

Setelah memahami permasalahan dan mengetahui tujuan optimalisasi, tahap selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat model yang sesuai dengan analisis. Pendekatan konvensional riset operasional untuk pemodelan adalah membangun model matematik yang menggambarkan inti permasalahan. Kasus dari bentuk cerita diterjemahkan ke model matematik. Sedangkan model matematik sendiri merupakan representasi

kuantitatif tujuan dan sumber daya yang membatasi sebagai fungsi variabel keputusan. Model matematika permasalahan optimal terdiri dari dua bagian. Bagian pertama memodelkan tujuan optimasi. Model matematik tujuan selalu menggunakan bentuk persamaan. Sedangkan bagian kedua yaitu model matematik yang merepresentasikan sumber daya yang membatasi. Fungsi pembatas bisa berbentuk persamaan ($=$) atau pertidaksamaan (\leq atau \geq). Fungsi pembatas disebut juga sebagai konstrain. Dalam penelitian ini perhitungan dilakukan per produk, sehingga formulasi model ini digunakan untuk tiap – tiap produk yang digunakan sebagai objek penelitian pada kasus ini. Dalam menentukan formulasi persamaan model diperlukan adanya verifikasi dan validasi model untuk memastikan bahwa formulasi yang dibentuk dapat mewakili sistem aktual yang digunakan atau tidak. Berikut merupakan bagan yang menggambarkan relasi antara verifikasi, validasi dan pembentukan model yang kredibel secara umum. Sebagaimana yang tertera pada Gambar 2.3, akan tetapi dilakukan penyesuaian berdasarkan studi kasus yang diangkat pada penelitian ini.



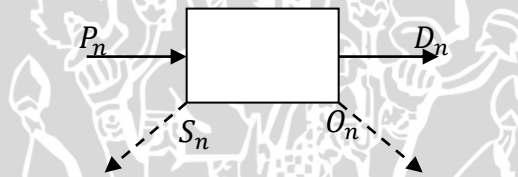
Gambar 4.2 Relasi antara verifikasi, validasi dan pembentukan model

4.5.1 Menentukan Model Konseptual Sistem

Langkah awal yang harus dilakukan adalah membangun model konseptual yang memuat elemen sistem nyata. Dari model konseptual sistem yang dibangun dapat dirumuskan persamaan model formulasi yang dapat merepresentasikan model konseptual yang telah dibangun sebelumnya. Untuk perumusan model formulasi yang dibangun dalam penelitian ini tidak bertujuan untuk mendapatkan keluaran yang sama dengan sistem eksisting, akan tetapi disusun suatu persamaan model formulasi yang memiliki fungsi

tujuan untuk meminimasi biaya sehingga pada tahap akhir akan didapatkan satu nilai yang optimal. Sedangkan untuk mendapatkan nilai tersebut, dalam penelitian ini menggunakan *tools solver* pada *Microsoft Excel*. Pada sub bab ini akan dipaparkan model konseptual sistem yang dapat memuat relasi logis antara elemen sistem dan setiap variabel yang mempengaruhi sistem untuk mencapai biaya optimal.

Berdasarkan sistem perencanaan produksi susu pasteurisasi yang tercantum pada sub bab 4.2 dapat digambarkan bagan konsep sistem perencanaan produksi yang digunakan dalam penelitian ini. Model konseptual yang dibangun dalam penelitian ini berupa konstruksi verbal yang digambarkan dalam suatu bagan yang menggambarkan secara logis hubungan kausal antara factor – factor yang berkaitan yang mempengaruhi timbulnya biaya – biaya akibat adanya ketidak sesuaian perencanaan produksi. Berdasarkan pemilihan model konseptual tersebut muncul beberapa bagan yang menggambarkan kemungkinan kondisi yang ditanggung perusahaan pada lini perencanaan produksi.

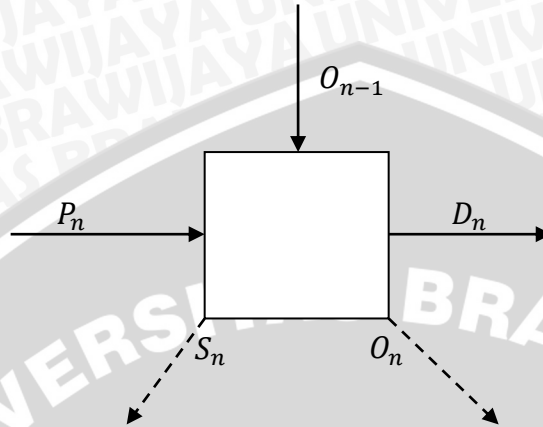


Gambar 4.3 Kondisi awal

Gambar 4.3 menggambarkan kondisi pertama pada perhitungan awal, pada bagan terdiri dari masukan yang berupa jumlah produksi susu pasteurisasi yang diproduksi pada hari tersebut, dan keluaran yang berupa jumlah permintaan yang dipenuhi perusahaan. Sedangkan garis putus – putus menunjukkan kemungkinan kondisi yang ditanggung oleh perusahaan, yaitu adanya O_n dan S_n , O_n adalah sejumlah barang *overstock* yang mungkin muncul ketika jumlah produksi (P_n) melebihi jumlah permintaan pelanggan pada hari ke- n (D_n). Sedangkan S_n adalah sejumlah barang *shortage* yang mungkin muncul ketika jumlah produksi kurang dari jumlah permintaan pelanggan pada hari ke- n .

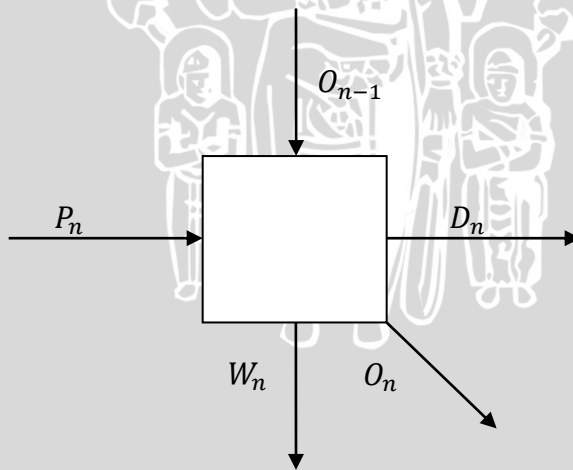
Sedangkan untuk hari berikutnya masukan tidak hanya berasal dari nilai produksi hari ke- n atau P_n , akan tetapi juga akan diakumulasikan dengan nilai O_{n-1} dimana nilai tersebut adalah jumlah *overstock* yang ditimbulkan pada hari sebelumnya. Selain itu terdapat kondisi bahwa jika masih ada sisa produk yang memiliki umur lebih dari satu hari

dalam perusahaan maka susu tersebut akan dieliminasi. Dari kondisi – kondisi tersebut dapat muncul tiga kondisi yang mungkin muncul yang akan digambarkan dalam Gambar 4.4 dan Gambar 4.5



Gambar 4.4 Kondisi pertama dan kedua

Gambar 4.4 menunjukkan dua kemungkinan kondisi yang sama seperti pada gambar 4.3, perbedaannya hanya terletak pada jumlah masukan yang masuk. Sehingga dapat dilihat pada gambar 4.4 nilai *overstock* dapat muncul ketika nilai $P_n + O_{n-1}$ lebih besar dibandingkan dengan nilai D_n . Sedangkan nilai *shortage* dapat muncul ketika nilai $P_n + O_{n-1}$ lebih kecil dibandingkan dengan nilai D_n .



Gambar 4.5 Kondisi ketiga

Pada kondisi ketiga muncul variabel lain yang mungkin muncul atas terjadinya ketidaksesuaian perencanaan produksi. Seperti yang telah diuraikan pada sistem perencanaan produksi perusahaan, susu pasteurisasi yang tidak terjual pada hari kedua akan dieliminasi, pada penelitian ini dipaparkan dengan kondisi tersebut perusahaan akan

dikenai biaya *waste*. Gambar 4.5 kemungkinan kondisi ketiga yang akan ditanggung perusahaan, yaitu masukan berupa nilai $P_n + O_{n-1}$ akan serupa dengan nilai *output* yaitu nilai $W_n + O_n + D_n$. Pada kondisi ini, W_n akan muncul ketika nilai O_{n-1} lebih besar dibandingkan dengan nilai permintaan hari tersebut. Sedangkan jumlah *overstock* hari tersebut merupakan jumlah produksi pada hari tersebut. Seperti yang telah dijelaskan hal ini disebabkan karena perusahaan menerapkan sistem FIFO, dan barang tidak dapat dijual ketika memasuki hari kedua. Dapat disimpulkan pada Gambar 4.5 perusahaan akan menanggung biaya yang ditimbulkan akibat adanya kondisi *waste* dan *overstock*.

4.5.2 Menentukan Formulasi Persamaan Model

Setelah memahami permasalahan dan mengetahui tujuan optimalisasi, tahap selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat model yang sesuai dengan analisis. Pendekatan konvensional riset operasional untuk pemodelan adalah membangun model matematik yang menggambarkan inti permasalahan. Kasus dari bentuk cerita diterjemahkan ke model matematik. Sedangkan model matematik sendiri merupakan representasi kuantitatif tujuan dan sumber daya yang membatasi sebagai fungsi variabel keputusan. Model matematika permasalahan optimal terdiri dari dua bagian. Bagian pertama memodelkan tujuan optimasi. Model matematik tujuan selalu menggunakan bentuk persamaan. Sedangkan bagian kedua yaitu model matematik yang merepresentasikan sumber daya yang membatasi. Fungsi pembatas bisa berbentuk persamaan ($=$) atau pertidaksamaan (\leq atau \geq). Fungsi pembatas disebut juga sebagai konstrain. Dalam penelitian ini perhitungan dilakukan per produk, sehingga formulasi model ini digunakan untuk tiap – tiap produk yang digunakan sebagai objek penelitian pada kasus ini.

4.5.2.1 Menentukan Variabel Keputusan

Variabel keputusan adalah variabel – variabel yang mempengaruhi persoalan dalam pengambilan keputusan dan dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan. Di samping variabel keputusan terdapat variabel lain yang muncul dalam persoalan yang akan mempengaruhi total biaya yang dihasilkan, yaitu variabel intermediate atau Berikut merupakan penentuan setiap variabel yang terdapat pada persamaan model yang digunakan:

- a. Jumlah produksi optimal (P) : merupakan variabel keputusan dalam persamaan model, karena jumlah permintaan akan mempengaruhi nilai total minimasi biaya dalam persamaan.
- b. Jumlah produk *overstock*, *shortage*, dan *waste* : merupakan variabel *intermediate* dimana variabel ini tidak secara langsung mempengaruhi nilai maksimum atau minimum fungsi tujuan. Dapat dikatakan variabel *intermediate* merupakan penghubung antara variabel keputusan dan variabel hasil. Akan tetapi karena jumlah nilai *overstock*, *shortage* dan *waste* juga mempengaruhi jumlah total minimasi biaya dapat disebutkan bahwa nilai tersebut merupakan variabel keputusan dalam formulasi persamaan model ini.

4.5.2.2 Menentukan Fungsi Tujuan

Pada sub bab 4.3.3 telah dicantumkan biaya – biaya yang ditimbulkan ketika perusahaan berada pada beberapa kondisi ketika perencanaan produksi tidak sesuai dengan permintaan pelanggan. Adapun kondisi – kondisi tersebut adalah *overstock* ketika produksi perusahaan melebihi permintaan pelanggan, *shortage* ketika produksi tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan, dan *scrapped* ketika masih tersisa produk yang sudah memiliki masa umur lebih dari satu hari.

Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab 4.3.3, masing – masing kondisi tersebut akan menimbulkan masing – masing biaya sendiri, yaitu biaya *inventory* untuk kondisi *overstock* sebesar Rp20,- untuk tiap produk susu pasteurisasi dengan varian ukuran 140cc dan Rp30,- untuk tiap produk susu pasteurisasi dengan varian ukuran 200cc. Biaya tersebut timbul karena perusahaan masih menjual kelebihan produk pada hari H untuk H+1, sedangkan barang yang masih tersisa pada H+2 akan mengalami kondisi *scrapped*. Untuk menghindari kelebihan kondisi *scrapped*, perusahaan menggunakan sistem penjualan FIFO. Biaya selanjutnya adalah biaya *shortage* sebesar Rp300,- untuk tiap produk susu pasteurisasi 140cc dan Rp500,- untuk tiap produk susu pasteurisasi 200cc. Sedangkan apabila perusahaan mengalami kondisi *scrapped*, perusahaan harus menanggung biaya *waste*. Adapun nominal yang harus ditanggung perusahaan sebesar Rp1.200,- untuk tiap produk susu pasteurisasi 140cc dan Rp1.500,- untuk tiap produk susu pasteurisasi 200cc. Berikut merupakan perumusan untuk jumlah biaya harian tiap – tiap kondisi yang timbul :

- Biaya *overstock* = Biaya *inventory* × Jumlah barang yang tersisa pada hari H
- Biaya *shortage* = Biaya *shortage* × Jumlah barang yang tidak dapat terpenuhi pada hari H
- Biaya *scrapped* = Biaya *waste* × Jumlah barang yang tersisa pada hari H+1

Sehingga fungsi tujuan minimasi biaya atas kondisi – kondisi tersebut adalah akumulasi jumlah biaya ketiga kondisi tersebut hingga hari ke-31, dan sasarannya adalah menentukan nilai optimal dimana nilai optimal akan muncul pada kondisi titik balik persamaan model yang akan menghasilkan total biaya yang paling minimal. Adapun formulasi model fungsi tujuan penelitian ini ditunjukkan pada persamaan 4.1

$$TC_{min} = \sum_{n=1}^{31} C_w \times W_n + C_i \times O_n + C_u \times S_n \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana,

- n = hari ke-n
- C_w = *waste cost* (Rp/unit)
- W_n = jumlah produk *scrapped* pada hari ke-n (unit)
- C_i = *inventory cost* (Rp/unit)
- O_n = jumlah produk *overstock* pada hari ke-n (unit)
- C_u = *shortage cost* (Rp/unit)
- S_n = jumlah produk *shortage* pada hari ke-n

4.5.2.3 Menentukan Fungsi Kendala

Dengan model fungsi tujuan pada persamaan 4.1, pada penelitian ini terdapat tiga fungsi kendala. Yang pertama adalah kendala nilai *overstock*, dimana nilai *overstock* muncul ketika masih terdapat sisa produk ketika nilai produksi hari ke-n dijumlahkan nilai *overstock* pada hari ke- n – 1 dikurangkan nilai permintaan hari tersebut dan jumlah *scrapped* yang muncul pada hari yang sama juga. Akan tetapi ketika nilai *scrapped* ≤ 0 maka nilai W_n tidak dimasukkan. Sehingga muncul batasan pertama sebagai berikut:

$$O_n - (P_n + O_{n-1} - D_n) - W_n \geq 0 \dots\dots\dots(4.2)$$

Fungsi kendala yang kedua adalah penentuan nilai *scrapped* yang menimbulkan *waste cost*. Nilai *scrapped* terhitung ketika *overstock* pada hari ke- n – 1 lebih dari nilai permintaan pada hari ke-n. Akan tetapi untuk mendapatkan nilai *overstock*, harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu apakah terdapat nilai *waste* atau tidak sebelum melakukan

perhitungan pada persamaan 4.2. Persamaan 4.3 menjelaskan fungsi kendala yang kedua untuk mendapatkan nilai *scrapped*.

$$W_n - (O_{n-1} - D_n) \geq 0 \dots\dots\dots(4.3)$$

Dan fungsi kendala yang ketiga adalah penentuan nilai *shortage* pada penelitian ini, dimana nilai *shortage* muncul ketika permintaan pada hari ke-n lebih besar dibandingkan total stock pada hari ke-n. Dimana yang telah dijelaskan pada sub bab 4.4.1.1 bahwa nilai total stock didapatkan dari penjumlahan nilai produksi pada hari ke-n dan *overstock* hari sebelumnya atau hari ke- $n - 1$ dan dikurangkan *scrapped* pada hari ke-n, jika ada. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$S_n - (D_n - P_n - O_{n-1}) \geq 0 \dots\dots\dots(4.4)$$

Batasan implisit (atau “yang harus dimengerti”) adalah bahwa jumlah yang diproduksi untuk setiap susu pasteurisasi tidak dapat negative (kurang dari nol). Untuk menghindari memperoleh pemecahan seperti itu, kita mengenakan batasan non negativitas

Karena model persamaan ini menggunakan metode *integer linear programming*, maka semua nilai variabel yang terdapat pada persamaan dalam bilangan bulat non-negatif. Dan nilai produksi optimal yang dihasilkan harus dalam bentuk bilangan bulat non-negatif juga.

$$P_n \geq 0 \dots\dots\dots(4.5)$$

4.5.2.4 Menjalankan Formulasi Persamaan Model

Setelah menyusun tahap formulasi persamaan model serta verifikasi untuk tiap – tiap variabel yang digunakan, tahap selanjutnya adalah menjalankan formulasi persamaan model. Untuk memastikan apakah formulasi persamaan model matematis yang dibangun dapat diaplikasikan, akan dibandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan menggunakan persamaan model. Tabel 4.6 merupakan data 3 hari yang diambil berasal dari tabel 4.4 yang mewakili adanya 3 variabel keputusan yang digunakan dalam persamaan ini, yaitu kondisi *overstock*, *shortage* dan *scrapped*. Selanjutnya akan dibandingkan hasilnya dengan persamaan model yang dibentuk.

Tabel 4.6 Perhitungan Biaya dengan Menggunakan Perhitungan Manual

Tanggal	stock awal	produksi	Permintaan	total stock	shortage	overstock	scrapped
11	1150	450	720	1600	0	450	430
12	450	560	740	1010	0	270	0
13	270	545	835	815	20	0	0

Tabel 4.6 telah mewakili 3 kondisi yang mungkin terjadi karena ketidaksesuaian perencanaan produksi seperti yang telah tertera pada sub bab 4.5.1. Kemudian akan dimasukkan nilai produksi dan permintaan pada model formulasi persamaan berikut :

$$TC_{min} = \sum_{n=1}^{31} C_w \times W_n + C_i \times O_n + C_u \times S_n \dots\dots\dots(4.6)$$

Subject to:

$$O_n - (P_n + O_{n-1} - D_n) - W_n \geq 0$$

$$W_n - (O_{n-1} - D_n) \geq 0$$

$$S_n - (D_n - P_n - O_{n-1}) \geq 0$$

$$P_n \geq 0$$

Berdasarkan persamaan minimasi tersebut, untuk mengidentifikasi apakah muncul nilai *overstock* saja, *shortage* saja atau *overstock* dan *scrapped* perlu adanya substitusi nilai pada ketiga fungsi kendalanya. Tabel 4.7 merepresentasikan hasil perhitungan berdasarkan formulasi persamaan model. Pada Tabel 4.7 tidak dicantumkan nilai stok awal dan total stok, nilai tersebut tercantum pada Tabel 4.4 untuk mempermudah perhitungan manual.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Model

Tanggal	produksi	Permintaan	shortage	scrapped	overstock
10					1150
11	450	720	-880	430	450
12	560	740	-270	-290	270
13	545	835	20	-20	-20

Berikut merupakan contoh perhitungannya:

Untuk tanggal 11

a. $S_n - (D_n - P_n - O_{n-1}) \geq 0$

$$S_n - (720 - 450 - 1150) \geq 0$$

$$-880 \geq 0 \text{ (rejected)}$$

- b. $W_n - (O_{n-1} - D_n) \geq 0$
 $W_n - (1150 - 720) \geq 0$
 $430 \geq 0$
- c. $O_n - (P_n + O_{n-1} - D_n) - W_n \geq 0$
 $O_n - (450 - 1150 - 720) - 430 \geq 0$
 $450 \geq 0$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan pada hari ke-11 pada bulan Maret mengalami kondisi ketiga seperti yang telah dipaparkan pada model konseptual sistem dan tertera pada gambar 4.5 yaitu muncul nilai *scrapped* dan *overstock*. Sedangkan pada hari ke-12 dan ke -13 terjadi *overstock* dan *shortage* secara berurutan, sesuai dengan kondisi yang tertera pada gambar 4.4 dengan masukan berupa produksi hari H dan *overstock* H-1. Untuk kondisi pertama pada Gambar 4.3 hanya terjadi satu kali yaitu pada awal perhitungan, dalam kasus ini pada tanggal 1 awal bulan Maret 2013. Selain itu, dengan perhitungan tersebut serta rekapitulasi selama 3 hari pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa formulasi persamaan model matematis mewakili sistem dan menghasilkan keluaran yang sesuai atau valid.

Pada penelitian ini, digunakan bantuan *solver* pada *visual basic application* pada *Microsoft Excel* untuk mendapatkan nilai produksi optimal guna meminimasi total biaya yang telah terumuskan dalam formulasi persamaan model pada sub bab sebelumnya. Untuk mendapatkan nilai *level production* dilakukan iterasi dari angka 1 hingga angka maksimal pada data permintaan yang akan dihitung. Untuk *coding* dan *interface* secara keseluruhan akan dilampirkan pada Lampiran 2 dan 3.

Pada program yang digunakan, data yang dimasukkan adalah data permintaan aktual pada bulan Maret 2013, serta biaya – biaya yang muncul ketika terjadi kondisi *overstock*, *shortage*, dan *scrapped*. Tabel 4.8 merupakan hasil yang didapatkan berdasarkan hasil *running* formulasi model yang terbentuk dengan menghasilkan nilai *level production* pada kolom produksinya untuk varian 140 cc.

Tabel 4.8 Hasil Penentuan Nilai *Level Production* Susu Pasteurisasi 140cc

produksi	demand	shortage	overstock	scrapped
640	300	0	340	0
640	750	0	230	0
640	912	42	0	0

produksi	demand	shortage	overstock	scrapped
640	950	310	0	0
640	610	0	30	0
640	820	150	0	0
640	360	0	280	0
640	250	0	640	30
640	625	0	640	15
640	820	0	460	0
640	720	0	380	0
640	740	0	280	0
640	835	0	85	0
640	460	0	265	0
640	265	0	640	0
640	880	0	400	0
640	755	0	285	0
640	465	0	460	0
640	630	0	470	0
640	785	0	325	0
640	763	0	202	0
640	450	0	392	0
640	630	0	402	0
640	560	0	482	0
640	920	0	202	0
640	540	0	302	0
640	780	0	162	0
640	550	0	252	0
640	780	0	112	0
640	920	168	0	0
640	610	0	30	0
Total		670	8748	45
Total Biaya		201000	174960	54000

Pada Tabel 4.8 dapat dilihat nilai *level production* sebesar 640 unit produk. Kemudian masing – masing jumlah *shortage*, *overstock*, dan *scrapped* dikalikan masing – masing biayanya sehingga dihasilkan masing – masing ketiga biaya yang ditimbulkan, total biaya minimum, serta produksi optimalnya. Berikut merupakan *interface* untuk tabel perhitungan

total biaya minimal yang dihasilkan dalam persamaan model dengan bantuan *vba* dalam *Microsoft Excel*.

Tabel 4.9 Hasil Total Biaya Minimal untuk Susu Pasteurisasi 140 cc

optimal result		
cost	waste	54000
	invent	174960
	shortage	201000
minimum cost		429960
prod optimal		640

Hasil masing – masing total biaya *scrapped*, *overstock* dan *shortage* pada Tabel 4.8 menunjukkan sesuai dengan hasil rekapan total biaya minimal yang tertera pada Tabel 4.9, dimana kedua tabel tersebut merupakan hasil pengolahan dengan bantuan *Ms. Excel. User interface* pengolahan pada *Ms. Excel* akan terlampir pada lampiran 1.

Pengolahan yang sama juga dilakukan pada produk susu pasteurisasi 200 cc, Tabel 4.10 menunjukkan hasil penentuan *level production* dengan memasukkan data permintaan bulan Maret 2013 dan masing – masing biaya yang ditimbulkan ketika terjadi ketidaksesuaian perencanaan produksi.

Tabel 4.10 Hasil Penentuan *Level Production* Susu Pasteurisasi 200 cc

produksi	demand	shortage	Overstock	scrapped
810	330	0	480	0
810	1230	0	60	0
810	528	0	342	0
810	1220	68	0	0
810	330	0	480	0
810	1165	0	125	0
810	1235	300	0	0
810	605	0	205	0
810	630	0	385	0
810	795	0	400	0
810	984	0	226	0
810	1064	28	0	0
810	835	25	0	0
810	789	0	21	0
810	620	0	211	0

produksi	demand	shortage	Overstock	scrapped
810	1184	163	0	0
810	742	0	68	0
810	369	0	509	0
810	965	0	354	0
810	861	0	303	0
810	300	0	810	3
810	1067	0	553	0
810	975	0	388	0
810	550	0	648	0
810	1207	0	251	0
810	779	0	282	0
810	419	0	673	0
810	879	0	604	0
810	729	0	685	0
810	827	0	668	0
810	766	0	712	0
Total		584	10443	3
Total Biaya		292000	313290	4500

Pada Tabel 4.10 menunjukkan nilai *level production* untuk susu pasteurisasi 200 cc sebesar 810 unit produk, kemudian untuk menentukan nilai minimumnya masing – masing jumlah nilai *overstock*, *shortage*, dan *scrapped* dikalikan dengan biayanya masing – masing. Tabel 4.11 merupakan tabel *optimal result* pada program yang dijalankan pada *Ms. Excel* dimana akan tercantum masing – masing total biaya *waste*, *inventory*, dan *shortage*, nilai total biaya minimum serta nilai *level production* yang didapatkan.

Tabel 4.11 Hasil Total Biaya Minimal untuk Susu Pasteurisasi 200 cc

optimal result		
cost	waste	4500
	invent	313290
	shortage	292000
minimum cost		609790
prod optimal		810

Pada tabel *optimal result* didapatkan nilai optimal yang didapatkan sebesar 640 satuan gelas untuk susu pasteurisasi 140 cc dan dengan total *minimum cost* Rp. 429.960,- dan 810 satuan gelas untuk susu pasteurisasi 200 cc dengan biaya minimum Rp. 609.790,-

Pada tabel menunjukkan nilai biaya *waste* nilai yang paling minimal dibandingkan *inventory* dan *shortage*, hal ini dikarenakan biaya yang ditimbulkan akibat adanya *scrapped* jauh lebih tinggi dibandingkan lainnya. Tetapi kondisi tersebut tidak menjamin hasil akhir dari perumusan formulasi ini akan selalu menampilkan nilai biaya *waste* yang paling kecil diantara lainnya, karena formulasi ini disusun untuk mendapatkan total biaya minimal. Dan nilai produksi optimal merupakan titik balik dari persamaan sehingga dapat menimbulkan nilai yang paling minimum.

Selain itu, dapat diketahui bahwa hasil akhir dari formulasi persamaan formulasi model menghasilkan total biaya yang lebih sedikit dibandingkan dengan total biaya *existing*, Tabel 4.12 menunjukkan perbandingan total biaya *existing* dan total biaya dengan menggunakan persamaan model.

Tabel 4.12 Perbandingan Total Biaya *Existing* dan Model pada bulan Maret 2013

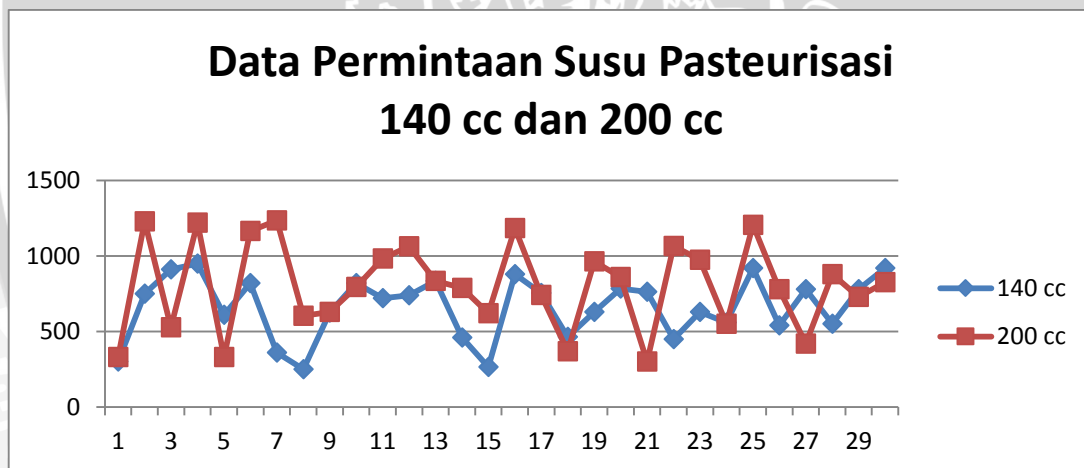
Produk	Total Biaya Existing	Total Biaya Model	Persentase Perbaikan
140 cc	Rp2.016.820,00	Rp429.960,00	78,68%
200 cc	Rp2.658.360,00	Rp705.390,00	73,47%

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat ditunjukkan total biaya dengan menerapkan persamaan model untuk produk susu pasteurisasi 140 cc mengalami perbaikan sebesar 78,68% dibandingkan dengan total biaya *existing*. Sedangkan untuk produk susu pasteurisasi 200 cc mengalami persentase perbaikan 73,47% dibandingkan total biaya *existing*nya. Dengan kedua nilai persentase perbaikan tersebut dapat disimpulkan dengan penerapan persamaan model dapat meminimalisir timbulnya biaya yang disebabkan oleh ketidaksesuaian perencanaan produksi dibandingkan dengan sistem perencanaan perusahaan yang masih sebatas menggunakan intuisi. Selain itu dengan adanya sistem produksi *single order quantity* untuk perencanaan *make to stock* susu pasteurisasi 140 cc dan 200 cc dapat mengurangi beban pekerjaan dari perusahaan karena hanya perlu tidak perlu lagi melakukan peramalah produksi secara harian, cukup dengan menentukan satu nilai produksi dimana nantinya akan ditambahkan dengan sejumlah produk yang diproduksi dengan sistem *order* yang dilakukan oleh pelanggan. Ditinjau dari segi kinerja karyawan, pengaturan *shift* kerja juga lebih dapat diatur dengan adanya jumlah produksi yang telah

ditetapkan secara satu periode, dalam kasus ini selama satu bulan, sehingga tidak ada lagi waktu *idle* bagi karyawan karena naik turunnya jumlah produk yang akan diproduksi.

4.6 Generate Number

Pada sub bab ini akan dilakukan simulasi selama satu periode dengan beberapa replikasi untuk menguji apakah model yang dibangun dapat digunakan dan menghasilkan total biaya yang optimal dengan menjabarkan segala nilai yang mungkin muncul. Dalam penelitian kali ini akan dilakukan pembangkitan bilangan acak selama dua bulan. Pembangkit bilangan dapat dilakukan dengan metode peramalan seperti pada umumnya, akan tetapi karena pola data yang digunakan tidak memenuhi dari empat jenis pola data yang digunakan pada metode peramalan (*stasioner*, *trend*, *seasonal*, dan *cyclic*). Gambar 4.1 merupakan grafik pola data permintaan yang digunakan, dimana pola data tidak memenuhi satu dari keempat jenis pola data yang digunakan dalam metode peramalan atau *forecasting*.



Gambar 4.5 Grafik Data Permintaan Susu Pasteurisasi 140cc dan 200cc

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa data tersebut tidak memiliki pola tertentu, oleh karena itu pembangkitan bilangan acak menggunakan Simulasi Monte Carlo. Simulasi tersebut dilakukan dengan men-generate data untuk beberapa periode mendatang yang mempunyai distribusi yang mendekati distribusi data asli pada bulan Maret 2013. Tahap awal yang dilakukan adalah melakukan penentuan distribusi atau *fitting distribution* data pada tiap – tiap produk susu pasteurisasi yang dijadikan objek pada penelitian ini. Setelah menemukan distribusi data yang mendekati distribusi data asli akan dilakukan

penentuan parameter untuk masing – masing distribusi yang nantinya dijadikan parameter untuk melakukan *generate* data.

4.4.2.1 Penentuan Distribusi dan Parameter

Pada sub bab sebelumnya telah dipaparkan pola data yang digunakan tidak memiliki *trend* atau membentuk pola *seasonal*, oleh karena itu untuk melakukan simulasi pembangkitan bilangan acak dilakukan dengan melakukan *fitting distribution probability* atau penentuan distribusi probabilitas teoritis yang paling mendekati pola data permintaan yang digunakan. Mengingat bahwa *input* variabel acak untuk model simulasi mengikuti distribusi probabilitas tertentu, maka hasil simulasi berjalan nilai acak akan mengikuti distribusi probabilitas dan parameter yang digunakannya. Oleh karena itu, untuk mendapat hasil pembangkitan bilangan acak atau *generate number* yang sesuai dengan data *existing*, maka harus didapatkan satu distribusi probabilitas teoritis yang paling mendekati dan dapat mencerminkan sebaran pola data.

Tahap awal yang dilakukan dalam men-generate data adalah dengan menentukan distribusi dari data asli. Adapun prosedur dalam mengidentifikasi distribusi yang mendasari data yang dibangkitkan adalah sebagai berikut:

1. Tentukan satu atau lebih distribusi teoritis yang dijadikan sebagai kandidat untuk menjadi *good fits* bagi data sampel.
2. Estimasi parameter tiap distribusi yang harus dihitung.
3. Uji *goodness-of-fit* dapat dilakukan memastikan sebegus apa distribusi sesuai dengan data.

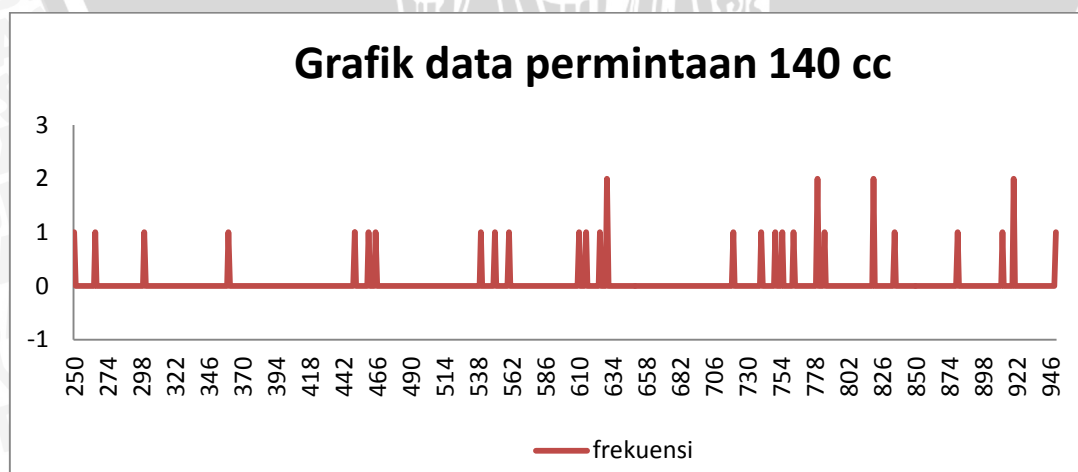
Distribusi teoritis merupakan alat bagi kita untuk menentukan apa yang dapat kita harapkan, apabila asumsi – asumsi yang kita buat benar. Distribusi teoritis memungkinkan para pembuat keputusan untuk memperoleh dasar logika yang kuat di dalam keputusan, dan sangat berguna sebagai dasar pembuatan ramalan (*forecast prediction*) berdasarkan informasi yang terbatas atau pertimbangan – pertimbangan teoretis dan berguna pula untuk menghitung probabilitas terjadinya suatu kejadian. Pada umumnya beberapa kejadian memiliki karakter distribusi probabilitas tertentu. Akan tetapi karena permintaan tidak memiliki *tren* yang sama antara satu perusahaan dengan lainnya, maka untuk penentuan

distribusi data permintaan harus dilakukan analisis terhadap tiap – tiap distribusi probabilitas teoritis yang ada.

Susu pasteurisasi yang diproduksi oleh KUD Dau menggunakan satuan gelas *dove*, sehingga dapat dikategorikan data permintaan tiap bulan yang digunakan adalah jenis data diskrit. Oleh karena itu, pengujian awal dilakukan pada distribusi diskrit dengan mengetahui tiap – tiap karakter dari keenam distribusi diskrit. Akan tetapi tidak ada karakter distribusi diskrit yang mewakili data asli maka penentuan distribusi akan didasarkan pada grafik data asli dengan menggunakan data tunggal. Setelah terbentuk grafik dari kedua data asli yaitu data susu pasteurisasi 140cc dan 200cc, selanjutnya bentuk grafik tersebut akan disesuaikan dengan tiap – tiap grafik distribusi kontinyu. Dan tahap akhir akan dilakukan perhitungan manual *kolmogorov-smirnov* untuk memastikan sebagai apa distribusi sesuai dengan data. Pengujian *kolmogorov-smirnov* dilakukan secara manual karena pada *software* pengolahan data statistik dilakukan dengan menggunakan data frekuensi.

4.4.2.1.1 Susu Pasteurisasi 140cc

Sesuai dengan yang dijelaskan pada sub bab sebelumnya, grafik data susu pasteurisasi 140cc berdasarkan frekuensi kemunculan angkanya pada bulan maret 2013 akan ditunjukkan pada Gambar 4.6. Data yang dimunculkan adalah data dari nilai paling minimal yaitu 250 dan paling maksimal yaitu 950 sehingga menunjukkan sebaran data seperti yang terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Frekuensi Data Permintaan Susu Pasteurisasi 140cc

Grafik pada Gambar 4.6 mendekati bentuk grafik distribusi uniform karena tiap datanya memiliki frekuensi yang hampir sama untuk 31 data pada bulan Maret 2013, hanya ada tiga angka yang memiliki dua kali frekuensi pada bulan tersebut. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan *kolmogorov smirnov* untuk memastikan apakah data tersebut berdistribusi uniform atau tidak.

Berikut merupakan pengujian hipotesis untuk menguji apakah data memiliki distribusi uniform:

1. Formulasi hipotesis

H_0 : Frekuensi harapan sama dengan frekuensi sampel atau distribusi frekuensi harapan sesuai dengan didukung oleh informasi sampel

H_1 : Frekuensi harapan tidak sama dengan frekuensi sampel atau distribusi frekuensi harapan sesuai dengan didukung oleh informasi sampel

2. Penentuan nilai α (taraf nyata) dan nilai table

$\alpha = 1\%$.

$D \alpha = 0.293$

3. Kriteria pengujian

Untuk $H_0 : \mu = \mu_0$ dan $H_1 : \mu \neq \mu_0$

H_0 diterima jika $D_{hitung} \leq D \alpha$

H_0 ditolak jika $D_{hitung} > D \alpha$

4. Uji statistik

Uji statistik berisi mengenai rumus-rumus yang berhubungan dengan distribusi tertentu dalam pengujian hipotesis. Uji statistik merupakan perhitungan untuk menduga parameter data sampel yang diambil secara acak dari sebuah populasi.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan dengan Uji *Kolmogorov – Smirnov* susu pasteurisasi 140cc

i	X_i	f_a	F_a	f_e	F_e	D hitung
1	250	0.032258	0.032258	0.001427	0.001427	0.030832
2	251	0	0.032258	0.001427	0.002853	0.029405
3	252	0	0.032258	0.001427	0.00428	0.027978
4	253	0	0.032258	0.001427	0.005706	0.026552
5	254	0	0.032258	0.001427	0.007133	0.025125
6	255	0	0.032258	0.001427	0.008559	0.023699
7	256	0	0.032258	0.001427	0.009986	0.022272
8	257	0	0.032258	0.001427	0.011412	0.020846
9	258	0	0.032258	0.001427	0.012839	0.019419

i	Xi	fa	Fa	fe	Fe	D hitung
10	259	0	0.032258	0.001427	0.014265	0.017993
11	260	0	0.032258	0.001427	0.015692	0.016566
12	261	0	0.032258	0.001427	0.017118	0.01514
13	262	0	0.032258	0.001427	0.018545	0.013713
14	263	0	0.032258	0.001427	0.019971	0.012287
15	264	0	0.032258	0.001427	0.021398	0.01086
16	265	0.032258	0.064516	0.001427	0.022825	0.041692
17	266	0	0.064516	0.001427	0.024251	0.040265
18	267	0	0.064516	0.001427	0.025678	0.038839
19	268	0	0.064516	0.001427	0.027104	0.037412
20	269	0	0.064516	0.001427	0.028531	0.035985
...
691	940	0	0.967742	0.001427	0.985735	0.017993
692	941	0	0.967742	0.001427	0.987161	0.019419
693	942	0	0.967742	0.001427	0.988588	0.020846
694	943	0	0.967742	0.001427	0.990014	0.022272
695	944	0	0.967742	0.001427	0.991441	0.023699
696	945	0	0.967742	0.001427	0.992867	0.025125
697	946	0	0.967742	0.001427	0.994294	0.026552
698	947	0	0.967742	0.001427	0.99572	0.027978
699	948	0	0.967742	0.001427	0.997147	0.029405
700	949	0	0.967742	0.001427	0.998573	0.030832
701	950	0.032258	1	0.001427	1	0
Total		1		Max		0.190971

Keterangan:

Xi = angka pada data

fa = probabilitas empiris

Fa = probabilitas kumulatif empiris

fe = probabilitas teoritis

Fe = probabilitas kumulatif teoritis

$$D \text{ hitung} = | Fa - Fe |$$

5. Penarikan kesimpulan

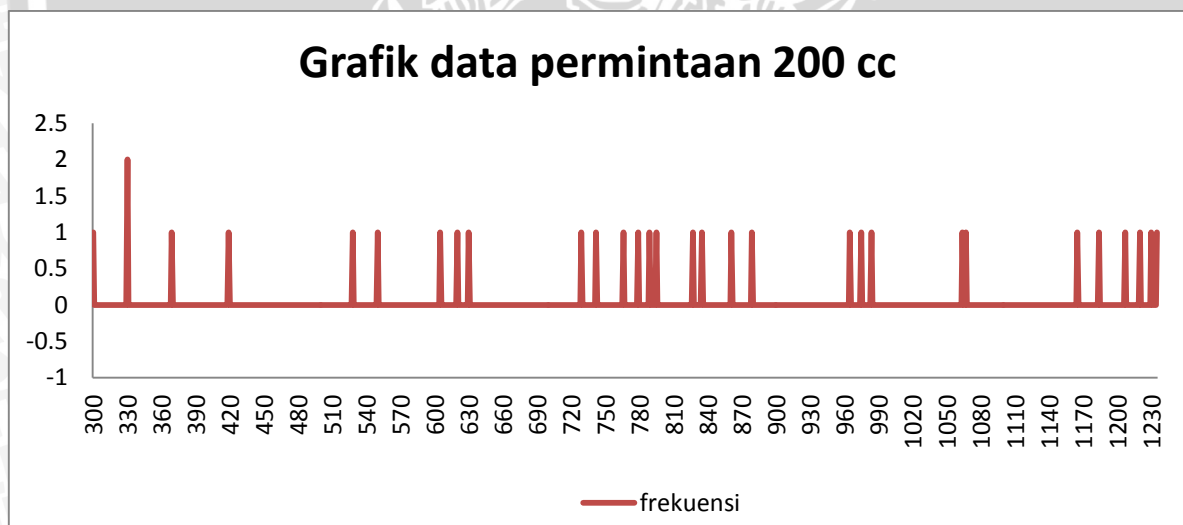
$$D_{hitung} = 0.190971$$

Karena $D_{hitung} \leq D_{\alpha}$ ($0.190971 \leq 0.293$) maka dapat disimpulkan data berdistribusi uniform

Berdasarkan pengujian hipotesis di atas dapat disimpulkan data berdistribusi uniform dengan menggunakan parameter nilai maksimum dan minimumnya yaitu 250 dan 950 , dimana parameter tersebut akan digunakan dalam melakukan *generate number* atau pembangkitan bilangan acak untuk implementasi model pada periode berikutnya.

4.4.2.1.2 Susu Pasteurisasi 200 cc

Grafik pada Gambar 4.7 menunjukkan hasil sebaran data untuk data permintaan susu pasteurisasi 200cc, berdasarkan sebaran data yang terbentuk cenderung mendekati bentuk grafik distribusi uniform karena tiap datanya memiliki frekuensi yang hampir sama, hanya ada satu angka yang memiliki dua kali frekuensi pada bulan tersebut. Data yang tersebar lebih cenderung membentuk distribusi uniform dibandingkan dengan data susu pasteurisasi 140 cc. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan *kolmogorov-smirnov* untuk memastikan apakah data tersebut berdistribusi uniform atau tidak dengan nilai minimum 300 dan maksimal 1235.



Gambar 4.7 Grafik Frekuensi Data Permintaan Susu Pasteurisasi 200cc

Berikut merupakan pengujian hipotesis untuk menguji apakah data memiliki distribusi uniform:

1. Formulasi hipotesis

Ho : Frekuensi harapan sama dengan frekuensi sampel atau distribusi frekuensi harapan sesuai dengan didukung oleh informasi sampel

H_i : Frekuensi harapan tidak sama dengan frekuensi sampel atau distribusi frekuensi harapan sesuai dengan didukung oleh informasi sampel

2. Penentuan nilai α (taraf nyata) dan nilai table

$\alpha = 1\%$

$n = 31$

$D \alpha = 0.293$

3. Kriteria pengujian

Untuk $H_0 : \mu = \mu_0$ dan $H_1 : \mu \neq \mu_0$

H_0 diterima jika $D_{hitung} \leq D \alpha$

H_0 ditolak jika $D_{hitung} > D \alpha$

4. Uji statistik

Uji statistik berisi mengenai rumus-rumus yang berhubungan dengan distribusi tertentu dalam pengujian hipotesis. Uji statistik merupakan perhitungan untuk menduga parameter data sampel yang diambil secara acak dari sebuah populasi.

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan dengan Uji *Kolmogorov – Smirnov* susu pasteurisasi 200cc

<i>i</i>	<i>X_i</i>	<i>f_a</i>	<i>F_a</i>	<i>f_e</i>	<i>F_e</i>	<i>D</i>
1	300	0.032258	0.032258	0.001068	0.001068	0.03119
2	301	0	0.032258	0.001068	0.002137	0.030121
3	302	0	0.032258	0.001068	0.003205	0.029053
4	303	0	0.032258	0.001068	0.004274	0.027985
5	304	0	0.032258	0.001068	0.005342	0.026916
6	305	0	0.032258	0.001068	0.00641	0.025848
7	306	0	0.032258	0.001068	0.007479	0.024779
8	307	0	0.032258	0.001068	0.008547	0.023711
9	308	0	0.032258	0.001068	0.009615	0.022643
10	309	0	0.032258	0.001068	0.010684	0.021574
11	310	0	0.032258	0.001068	0.011752	0.020506
12	311	0	0.032258	0.001068	0.012821	0.019438
13	312	0	0.032258	0.001068	0.013889	0.018369
14	313	0	0.032258	0.001068	0.014957	0.017301
15	314	0	0.032258	0.001068	0.016026	0.016232
16	315	0	0.032258	0.001068	0.017094	0.015164
17	316	0	0.032258	0.001068	0.018162	0.014096
18	317	0	0.032258	0.001068	0.019231	0.013027
19	318	0	0.032258	0.001068	0.020299	0.011959
20	319	0	0.032258	0.001068	0.021368	0.010891
...

i	X_i	f_a	F_a	f_e	F_e	D
926	1225	0	0.935484	0.001068	0.989316	0.053832
927	1226	0	0.935484	0.001068	0.990385	0.054901
928	1227	0	0.935484	0.001068	0.991453	0.055969
929	1228	0	0.935484	0.001068	0.992521	0.057037
930	1229	0	0.935484	0.001068	0.99359	0.058106
931	1230	0.032258	0.967742	0.001068	0.994658	0.026916
932	1231	0	0.967742	0.001068	0.995726	0.027985
933	1232	0	0.967742	0.001068	0.996795	0.029053
934	1233	0	0.967742	0.001068	0.997863	0.030121
935	1234	0	0.967742	0.001068	0.998932	0.03119
936	1235	0.032258	1	0.001068	1	0
Total		1	Max			0.135753

Keterangan:

X_i = angka pada data

f_a = probabilitas empiris

F_a = probabilitas kumulatif empiris

f_e = probabilitas teoritis

F_e = probabilitas kumulatif teoritis

D hitung = $|F_a - F_e|$

5. Penarikan kesimpulan

Dhitung = 0.135753

Karena Dhitung $\leq D\alpha$ ($0.135753 \leq 0.293$) maka dapat disimpulkan data berdistribusi uniform

Berdasarkan pengujian hipotesis pada susu pasteurisasi dapat disimpulkan data berdistribusi uniform dengan menggunakan parameter nilai maksimum dan minimumnya yaitu 300 dan 1235, dimana parameter tersebut akan digunakan dalam melakukan *generate number* atau pembangkitan bilangan acak untuk implementasi model, memastikan bahwa model dapat diimplementasikan.

4.6.2 Generate Data

Tahap selanjutnya setelah mengetahui distribusi teoritis probabilitas beserta parameternya adalah melakukan *generate data* atau pembangkitan bilangan acak.

Pembangkitan bilangan acak dilakukan sebanyak 31 data sebanyak 40 replikasi untuk menguji apakah model dapat diimplementasikan untuk bulan berikutnya dan mengetahui berbagai kemungkinan total biaya yang muncul. *Generate data* dilakukan dengan bantuan *Ms. Excel* dengan fungsi *random* dan memasukkan rumus pembilangan acak sesuai dengan jenis distribusi probabilitasnya. Tabel 4.15 merupakan salah satu perhitungan *generate data* untuk susu pasteurisasi 200cc.

Tabel 4.15 Pembangkitan Bilangan Acak

no.	U	X	no.	U	X
1	0,233697	526	17	0,126141	422
2	0,569695	851	18	0,810984	1085
3	0,914737	1185	19	0,063507	361
4	0,258101	549	20	0,721503	998
5	0,453676	739	21	0,778161	1053
6	0,92012	1190	22	0,211232	504
7	0,102824	399	23	0,309656	599
8	0,684154	962	24	0,627814	907
9	0,405727	692	25	0,888765	1160
10	0,898185	1169	26	0,334831	624
11	0,847256	1120	27	0,455335	740
12	0,546358	828	28	0,364647	652
13	0,189578	483	29	0,066338	364
14	0,23757	529	30	0,461252	746
15	0,357217	645	31	0,870613	1142
16	0,257385	549			

Keterangan :

U = nilai random berdasarkan pembangkitan bilangan acak antara 0 – 1

X = nilai yang dibangkitkan berdasarkan distribusi, dimana akan digunakan sebagai pencerminan data permintaan yang nantinya disimulasikan untuk periode berikutnya

Parameter yang digunakan untuk distribusi *uniform* adalah nilai *minimum* dan *maximum* (a,b). Data susu pasteurisasi 200 cc bulan Maret 2013 memiliki nilai *minimum* 300 dan *maximum* 1235. Pada Tabel 4.15 terdapat variabel *u*, yang menunjukkan nilai random antara 0 – 1 sedangkan variabel *x* merupakan pembangkitan acak yang dihasilkan. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan pembangkitan bilangan acak pada baris pertama Tabel 4.13 berdasarkan distribusi *uniform* :

$$U = 0.233697$$

$$X = a + (b - a) \cdot U$$

$$= 300 + (1235 - 300) \cdot 0.233697$$

$$= 525.2187$$

Karena keluaran yang dibutuhkan adalah bilangan diskrit, maka digunakan fungsi *roundup* pada *Ms. Excel* sehingga bilangan dapat dibulatkan ke atas. Selanjutnya nilai X sebanyak 31 data tersebut dimasukkan dalam *solver vba* sama halnya yang dilakukan pada sub bab 4.5.2.4. Sehingga didapatkan nilai total biaya minimal dan produksi optimalnya beserta rincian total *waste cost*, *inventory cost*, dan *shortage cost*. Tabel 4.16 merupakan rekapitulasi *generate* data untuk susu pasteurisasi 140 cc sebanyak 40 replikasi dengan memasukkan nilai produksi optimal yg didapatkan pada data *existing* bulan Maret 2013, yaitu senilai 640 unit produk.

Tabel 4.16. Rekapitulasi *Genere* data susu pasteurisasi 140 cc

Replikasi ke-	Total biaya	waste cost	inventory cost	shortage cost
1	1208120	159900	163820	884400
2	693580	46800	197980	448800
3	2304460	86700	246160	1971600
4	2614080	0	314880	2299200
5	2076620	270600	225620	1580400
6	651940	157500	186040	308400
7	2291120	114900	228620	1947600
8	1331720	7500	257420	1066800
9	2727740	16200	306740	2404800
10	1502860	73500	283360	1146000
11	778340	96900	177440	504000
12	898460	167100	130160	601200
13	439200	27000	208200	204000
14	882160	223800	174760	483600
15	1287680	33000	293480	961200
16	1315560	122400	228360	964800
17	1168460	117600	239660	811200
18	1297020	163800	235620	897600
19	1752980	0	326180	1426800
20	714340	172200	176140	366000
21	1730360	8700	255260	1466400
22	2346240	45600	263040	2037600
23	912660	317700	185760	409200

Replikasi ke-	Total biaya	waste cost	inventory cost	shortage cost
24	1816380	79500	198480	1538400
25	1246140	162900	188040	895200
26	2305880	65100	252380	1988400
27	829080	148200	132480	548400
28	1341000	13500	302700	1024800
29	482040	408600	73440	0
30	1818440	26400	264440	1527600
31	2754720	0	337920	2416800
32	1291920	352200	165720	774000
33	376760	123000	154160	99600
34	2298880	152400	266080	1880400
35	2123940	0	256740	1867200
36	1919380	142500	222880	1554000
37	988980	320400	139380	529200
38	769720	0	224920	544800
39	733420	142800	187420	403200
40	1286200	207000	172000	907200

Kemudian dilakukan perhitungan pendugaan dengan menggunakan dua nilai sebagai pembatasan atau daerah batasan atau *confidence interval estimate*. Berikut merupakan tahap perhitungannya:

$$\begin{aligned} \bar{X} \text{ (rerata)} &= \frac{\sum \text{total biaya}}{\text{jumlah replikasi}} \\ &= \frac{(1208120 + 693580 + 2304460 + \dots + 733420 + 1286200)}{40} \\ &= 1.432.714,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s(\text{stdev}) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \mu)^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(1208120 - 1432714,5)^2 + \dots + (1286200 - 1432714,5)^2}{40 - 1}} \\ &= 679532,5 \end{aligned}$$

Pendugaan interval untuk rata – rata:

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$1432714,5 - 2,26 \times \frac{679532,5}{\sqrt{40}} < \mu < 1432714,5 + 2,26 \times \frac{679532,5}{\sqrt{40}}$$

$$1189892 < \mu < 1675537$$

Dengan hasil perhitungan tersebut menunjukkan rata – rata total biaya akan berada di antara Rp1.189.892,- hingga Rp1.675.537,- akan benar 95% dari keseluruhan waktu, jika pendugaan itu dilakukan berulang – ulang dengan cara yang sama. Akan tetapi dibandingkan dengan total biaya yang didapatkan berdasarkan perhitungan dengan data *existing* perusahaan, rentang tersebut masih dibawah nilai total biaya *existing* perusahaan.

Selanjutnya dilakukan juga *generate number* sebanyak 40 replikasi untuk susu pasteurisasi 200cc dengan setiap replikasinya sebanyak 31 data sejumlah data *existing* pada bulan Maret 2013. Tabel 4.17 merupakan rekapitulasi total biaya dari 40 replikasi *generate number* , dengan memasukkan nilai produksi optimal yang didapatkan berdasarkan perhitungan persamaan model pada Tabel 4.9.

Tabel 4.17. Rekapitulasi *Genere* data susu pasteurisasi 200 cc

Replikasi ke-	Total biaya	waste cost	inventory cost	shortage cost
1	2820950	302000	516450	2002500
2	2608170	679500	325170	1603500
3	2108300	477500	328800	1302000
4	1822660	379000	342660	1101000
5	2597900	158000	429900	2010000
6	1315880	833000	266880	216000
7	1457200	83500	383700	990000
8	1991100	433500	372600	1185000
9	2330740	367000	403740	1560000
10	1911330	229500	394830	1287000
11	930340	430000	299340	201000
12	2280870	211500	485370	1584000
13	3224770	401500	462270	2361000
14	3359840	83000	468840	2808000
15	1690560	823500	222060	645000
16	949040	402500	287040	259500
17	1281160	512500	336660	432000
18	1169470	920500	248970	0
19	2844750	112500	476250	2256000
20	1713970	356500	314970	1042500
21	3510270	792000	339270	2379000
22	1221250	412000	324750	484500

Replikasi ke-	Total biaya	waste cost	inventory cost	shortage cost
23	3153600	589500	341100	2223000
24	1845550	157000	443550	1245000
25	2659590	2035500	172590	451500
26	897700	731500	166200	0
27	2263030	262000	402030	1599000
28	1131310	466000	204810	460500
29	3919320	495000	472320	2952000
30	2230540	322000	342540	1566000
31	2055020	779000	263520	1012500
32	2759570	60500	561570	2137500
33	838600	244000	362100	232500
34	1189450	298000	336450	555000
35	3563890	59500	532890	2971500
36	1516650	49500	456150	1011000
37	1777060	566500	358560	852000
38	1428330	532500	307830	588000
39	3311020	742000	335520	2233500
40	2301780	0	482280	1819500

Kemudian dilakukan perhitungan pendugaan dengan menggunakan dua nilai sebagai pembatasan atau daerah batasan atau *confidence interval estimate*. Berikut merupakan tahap perhitungannya:

$$\begin{aligned}\bar{X}(\text{rerata}) &= \frac{\sum \text{total biaya}}{\text{jumlah replikasi}} \\ &= \frac{(2820950 + 2608170 + 2108300 + \dots + 3311020 + 2301780)}{40} \\ &= 2099563\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma(\text{stdev}) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(2820950 - 2099563)^2 + \dots + (2301780 - 2099563)^2}{40-1}} \\ &= 841349.3\end{aligned}$$

Pendugaan interval untuk rata – rata:

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$2099563 - 2,26 \times \frac{841349,3}{\sqrt{40}} < \mu < 2099563 + 2,26 \times \frac{841349,3}{\sqrt{40}}$$

$$1798918 < \mu < 2400209$$

Dengan hasil perhitungan tersebut dapat dipercaya 95% bahwa total biaya yang ditimbulkan menunjukkan rata – rata total biaya pada rentang Rp1.798.918- hingga Rp2.400.209, -, jika pendugaan itu dilakukan berulang – ulang dengan cara yang sama.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

