

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:

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

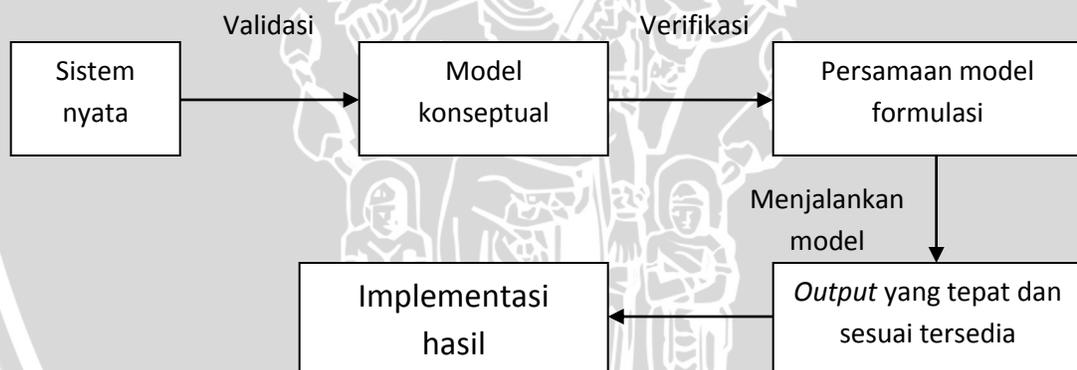
Jadi, total biaya *existing* yang ditanggung perusahaan pada bulan Maret 2013 untuk produk susu pasteurisasi ukuran 200cc sebesar Rp2.658.360,-

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.



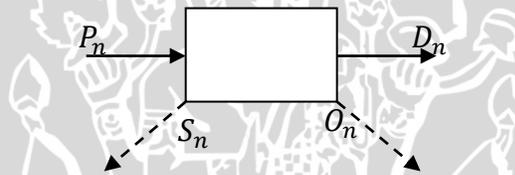
Gambar 4.2 Relasi antara verifikasi, validasi dan pembentukan model

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.

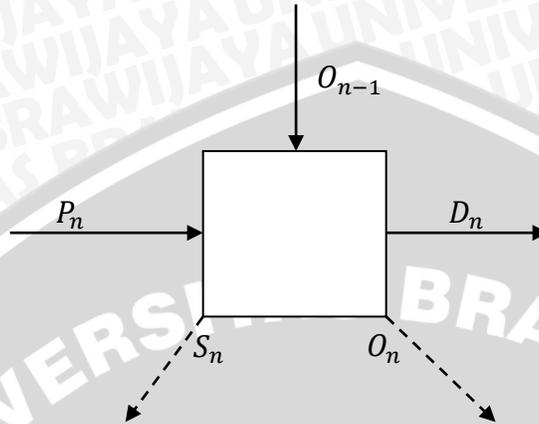


Gambar 4.3 Kondisi awal

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 .

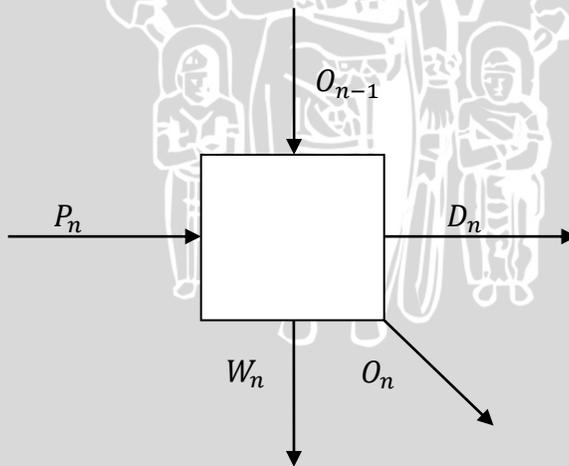
Sedangkan untuk hari berikutnya masukan tidak hanya berasal dari nilai produksi hari ke- n atau P_n , akan tetapi juga akan diakumulasikan dengan nilai O_{n-1} dimana nilai tersebut adalah jumlah *overstock* yang ditimbulkan pada hari sebelumnya. Selain itu terdapat kondisi bahwa jika masih ada sisa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

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

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

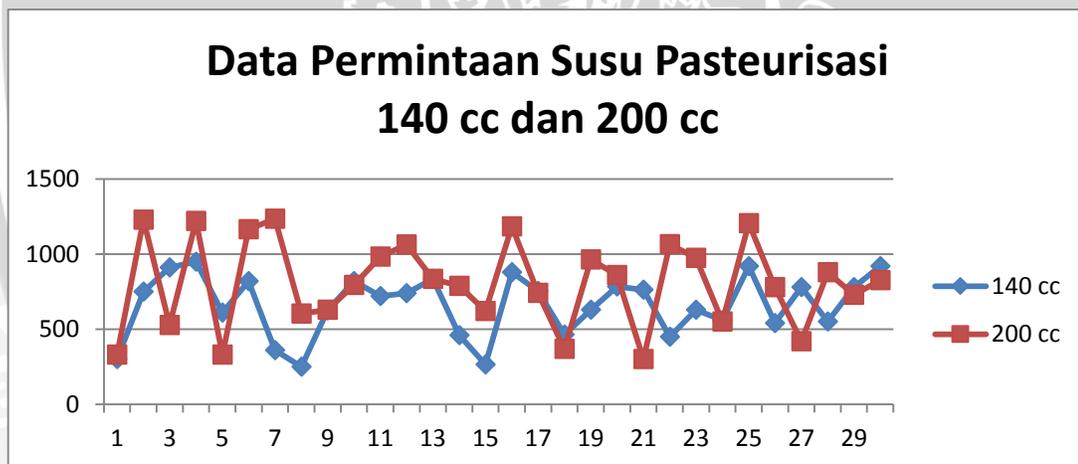
| Produk | Total Biaya Existing | Total Biaya Model | Persentase Perbaikan |
|--------|----------------------|-------------------|----------------------|
| 140 cc | Rp2.016.820,00 | Rp429.960,00 | 78,68% |
| 200 cc | Rp2.658.360,00 | Rp705.390,00 | 73,47% |

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

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

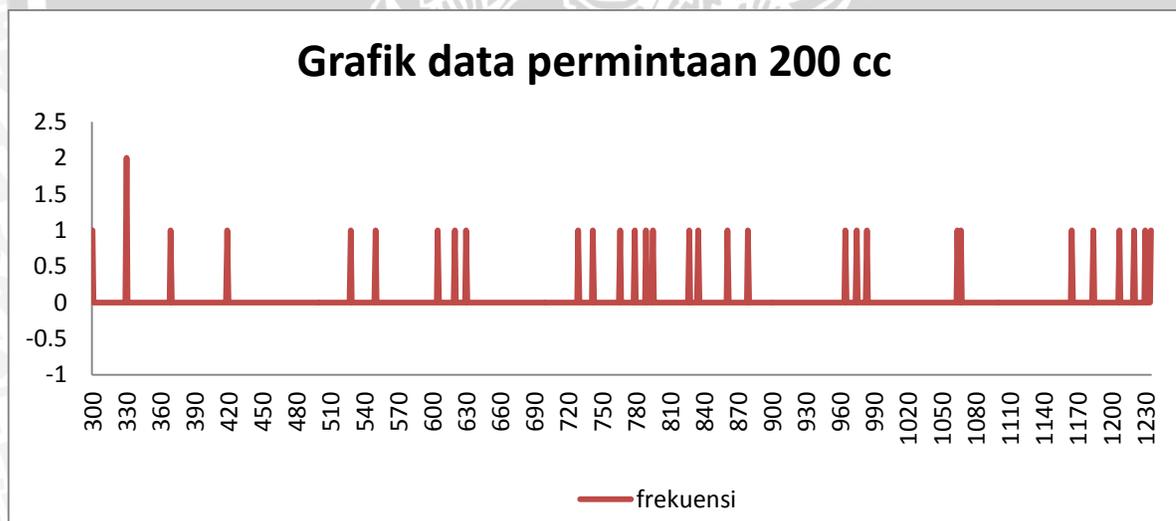
$$D_{hitung} = 0.190971$$

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>i</i> | <i>Xi</i> | <i>fa</i> | <i>Fa</i> | <i>fe</i> | <i>Fe</i> | <i>D</i> |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 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:

Xi = angka pada data

fa = probabilitas empiris

Fa = probabilitas kumulatif empiris

fe = probabilitas teoritis

Fe = probabilitas kumulatif teoritis

D hitung = $|Fa - Fe|$

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

