

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data merupakan prosedur yang standart dan sistematis dalam melakukan penulisan ilmiah. Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung, wawancara dan pengambilan data sekunder seperti Profil perusahaan, SOP Perusahaan, serta data historis cacat *lid*. Pengumpulan data ini dilakukan di PT. Setia Kawan Jaya. Setelah data tersebut terkumpul, selanjutnya akan dilakukan pengolahan dan pembahasan sehingga bisa didapatkan hasil penelitian yang nantinya akan menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang sudah diterapkan.

4.1 Gambaran Umum PT. Setia Kawan Jaya

Pada gambaran umum perusahaan ini akan dijelaskan mengenai sejarah berdirinya PT. Setia Kawan Jaya, visi, misi, struktur organisasi, jenis produk yang dihasilkan serta proses produksinya.

4.1.1 Profil PT. Setia Kawan Jaya

PT. Setia Kawan Jaya merupakan perusahaan keluarga yang berdiri pada 2011, perusahaan ini merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri air minum dalam kemasan terutama untuk air minum *reverse osmosis* (RO). Alasan berdirinya perusahaan ini karena tingginya permintaan air mium dalam kemasan RO di kabupaten Lumajang dan sekitarnya. PT. Setia Kawan jaya melakukan produksinya dengan berdasarkan *make to stock* yang jumlahnya berdasarkan pada kapasitas gudang yang ada. Produk-produk dari PT. Setia Kawan Jaya ini dipasarkan ke seluruh kabupaten Lumajang, Jember dan Probolinggo dengan cara mendistribusikannya kepada distributor lain ataupun langsung kepada konsumen.

PT. Setia Kawan Jaya beroperasi dengan sistem kantor dan pabrik yang berlokasi sama yaitu pada di Jl. Kyai Ilyas 149, Kel. Citrodiwangsa, Kec. Lumajang, Kab. Lumajang. Sumber air yang dijadikan bahan baku air minum ini didapatkan dari sumber mata air yang berada di Kec. Jatiroto, Kab Lumajang, yang letaknya kurang lebih 25 KM dari pabrik. Dalam perjalanan bisnisnya, PT. Setia Kawan Jaya telah memperoleh sertifikat SNI, ISO, serta sertifikat halal yang dapat mendukung kepercayaan pelanggan

terhadap produk yang dihasilkan. Hal dilakukan demi terciptanya air minum dalam kemasan yang higienis dan selalu memberikan yang terbaik untuk pelanggan sesuai misi dari PT. Setia kawan jaya.

4.1.2 Tujuan PT. Setia Kawan Jaya

Tujuan perusahaan umumnya digambarkan dalam bentuk visi dan misi yang jelas, tidak abstrak dan mudah dimengerti. Visi merupakan tujuan utama yang akan dicapai perusahaan. Misi merupakan cara atau penjabaran dari visi dan bersifat taktis jangka pendek yang ditempuh untuk mencapai visi (Praptiwi, 2010). Adapun visi dan misi PT. Setia Kawan Jaya adalah:

1. Visi

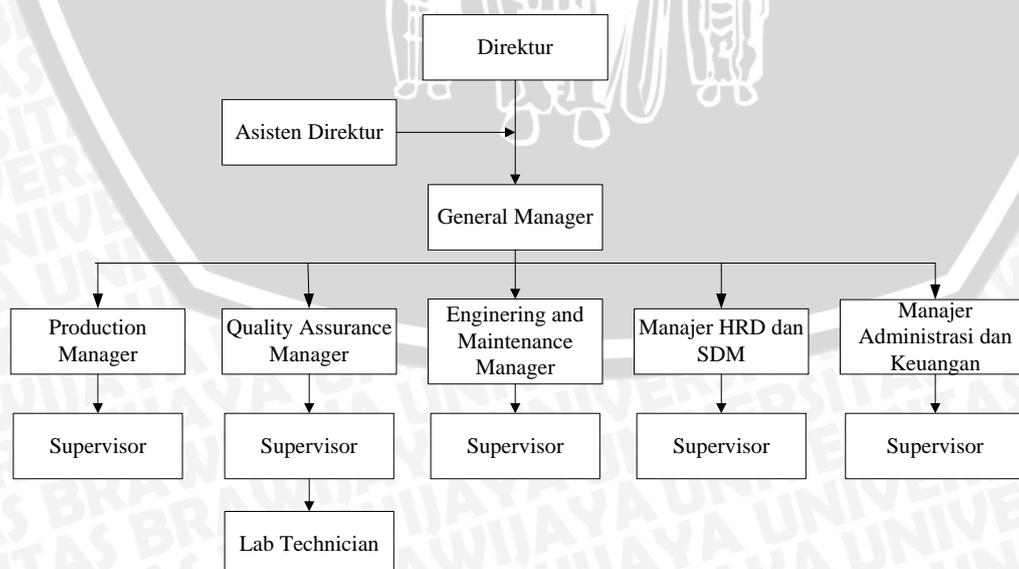
Memproduksi air minum dalam kemasan yang sehat higienis dan sesuai dengan standart SNI 01-3553-2006 dan selalu memberikanyang terbaik untuk pelanggan.

2. Misi

Selalu memberikan yang terbaik untuk pelanggan

4.1.3 Struktur Organisasi PT. Setia Kawan Jaya

Struktur organisasi merupakan suatu kerangka yang menggambarkan koordinasi rasional kegiatan sejumlah orang untuk mencapai tujuan umum melalui pembagian pekerjaan dan fungsi lewat hirarki otoritas dan tanggung jawab. Struktur organisasi PT. Setia kawan jaya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Setia Kawan Jaya
Sumber: PT. Setia Kawan Jaya

4.2 Produk Yang Dihasilkan Di PT. Setia Kawan Jaya

Produk yang diproduksi oleh PT. Setia Kawan Jaya merupakan produk air minum dalam kemasan yang diproses dengan menggunakan teknik *reverse osmosis*, namun terbagi berdasarkan kemasan dan *volume* dari air. Berikut merupakan penjelasan produk PT. Setia Kawan Jaya:

1. Surya

Surya merupakan produk andalan dari PT. Setia Kawan Jaya karena sangat diminati oleh konsumen. Produk ini merupakan air minum *reverse osmosisi* yang kemas menggunakan *cup* dengan volume 220ml. Setiap kardusnya berisi 48 *cup* air minum dan dijual dengan harga Rp. 11.000,00 tiap kardusnya.

2. Starnum

Produk ini merupakan air minum *reverse osmosisi* yang kemas menggunakan *cup* dengan volume 240ml. Setiap kardusnya berisi 48 *cup* air minum dan dijual dengan harga Rp. 12.000,00 tiap kardusnya.

3. Galon

Sama halnya dengan produk surya dan starnum, Produk ini merupakan air minum *reverse osmosisi* yang kemas menggunakan galon berbahan PP. Setiap galonnya berisi 19 liter air *reverse osmosisi* dan dijual dengan harga Rp. 10.000,00.

4.3 Proses Produksi Di PT. Setia Kawan Jaya

4.3.1 Bahan Baku

Proses produksi yang dilakukan pada PT. Setia Kawan Jaya dimulai dengan pemompaan air dari sumber air yang selanjutnya dilakukan proses penyaringan hingga dilakukan pengangkutan produk jadi untuk dipasarkan. Bahan yang diperlukan selama proses produksi diantaranya bahan baku utama, bahan pembantu dan bahan pengemas.

1. Bahan baku utama

Bahan baku utama dalam memproduksi air minum *reverse osmosis* dalam kemasan ini adalah air alami (*Natural Spring Water*). Sumber air yang digunakan merupakan sumber air mata air yang terletak sekitar 25 KM dari pabrik, tepatnya berada di Kec. Jatiroto, Kab. Lumajang. Sumber air yang digunakan harus memenuhi tiga parameter yang menentukan kelayakan air untuk dikonsumsi yaitu parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi

a. Parameter Fisik

Meliputi semua hal yang dapat dilihat secara langsung tanpa menggunakan alat bantu. Secara fisik air layak minum haruslah jernih, tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa, bebas dari benda asing seperti batu dan ikan (SNI 2006). Parameter fisik amatlah penting karena pada akhir produksi akan langsung berpengaruh terhadap penerimaan konsumen.

b. Parameter Kimia

Meliputi konsentrasi zat kimia yang terkandung didalam air. Semua zat kimia, baik yang diinginkan maupun tidak diinginkan harus sesuai dengan syarat mutu air yang telah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia. Beberapa mineral dalam jumlah yang berlebihan akan dapat mempengaruhi penampilan fisik bahan baku air misalnya besi yang berlebihan akan menyebabkan air menjadi kuning kecoklatan.

c. Parameter Mikrobiologi

Meliputi jumlah bakteri yang ada dalam air yang akan digunakan dalam bahan baku. Sesuai SNI 2006 jumlah bakteri maksimal yang diperbolehkan ada dalam air adalah 100 koloni/ml sampel dengan bakteri berbentuk *Coli*, *Salmonella*, *C. perferigens* adalah negatif per 100 sampel.

2. Bahan Pembantu

Bahan pembantu merupakan bahan yang digunakan dalam jumlah sedikit tetapi memiliki pengaruh yang besar terhadap hasil dan kualitas dari produk. Adapun bahan pembantu dalam proses pembuatan air minum *reverse osmosis* dalam kemasan adalah sebagai berikut:

a. Pasir silika

b. *Carbon* aktif

3. Bahan Pengemas

Bahan pengemasan merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam pengemasan produk sehingga dapat menjaga produk jadi hingga sampai pada konsumen. Berikut merupakan bahan pengemasan yang digunakan.

a. *Cup* 220 ml dan 240 ml

b. Galon

c. Karton *box* 220 ml dan 240 ml

d. *Layer*

e. Sedotan renteng

- f. *Lid* Surya dan Starnum
- g. *Capseal*
- h. *Flakban*

4.3.2 Proses Produksi

Air dari sumber diangkut dari sumbernya menggunakan truk tangki menuju pabrik, kemudian dialirkan melalui pipa ke tanki penampungan air sumber yang berada dalam pabrik, selanjutnya dipompakan ke unit pengolahan air (*Water Treatment*). Pada tanki penampungan I terdapat filter dengan screen 40 μm yang berfungsi menyaring kotoran seperti kerikil dan pasir sehingga mempermudah proses penyaringan selanjutnya.

1. Penyaringan (Filtrasi)

Proses ini bertujuan menghilangkan kotoran berupa partikel-partikel kasar maupun halus. Air dari tanki penampung I dipompa menuju tanki penampung II (*Raw Water Tank*) yang berbentuk silinder dan berkapasitas 10.000 liter. Air kemudian dipompa ke filter kedua dengan *screen* yang lebih kecil yaitu 10 μm yang berfungsi sebagai penyaring partikel yang lolos dari filter pertama. Filtrat yang dihasilkan dineralisasi dengan karbon aktif (*Carbon filter*). Karbon aktif berfungsi menetralisasi logam seperti *cyanida*, *ferro* dan sebagainya. Selanjutnya dilakukan filtrasi dengan *screen* 5 μm . Air yang dikeluarkan merupakan air yang bebas klorin, kotoran, bau, warna dan rasa.

Pada proses penyaringan ini terbagi atas beberapa tahap. Berikut merupakan tahapan yang ada pada proses penyaringan.

a. *Sand Filter*

Terdapat pasir silika dalam *sand filter* yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang terlarut dalam air. Selain pasir silika terdapat juga *strainer* yang berfungsi sebagai penyaring. *Streiner* tertutupi oleh pasir silika dan berada diatas pipa penghubung. Posisi ini berfungsi agar pasir silika dan kotoran-kotoran yang sudah tersaring tidak terbawa ketangki pengolahan berikutnya.

b. *Carbon Filter*

Dalam tangki *carbon filter* terdapat karbon aktif yang berfungsi untuk menghilangkan rasa bau dan warna dari air. Karbon aktif juga terdapat pasir silika dan *strainer*. Karbon aktif merupakan lapisan teratas dari *carbon filter*.

c. *Pre Filter*

Pada *pre filter* ini air kembali disaring dengan membran berukuran 10 μm . Dalam *pre filter* terdapat 2 *filter* yang terletak di bagian atas dan bawah tangki.

d. *Final Filter*

Tangki ini merupakan tangki penyaring akhir sebelum air di alirkan menuju tangki *colouns* untuk diozonisasi. Pada tangki ini air disaring dengan membran berukuran 1 μm .

2. Proses *Reverse Osmosis*

Air yang telah melalui proses *final filter* selanjutnya akan masuk pada proses *reverse osmosis*, dimana proses ini bertujuan untuk memurnikan air agar kandungan-kandungan mineral berlebih bisa dikurangi bahkan dapat dihilangkan hingga air menjadi bebas mineral. Air akan dialirkan pada sebuah tabung yang memiliki membran semi-permeable, seperti halnya membran yang tersusun dari dinding-dinding sel atau seperti susunan sel pada kantung kemih, bersifat selektif terhadap benda-benda yang akan melaluinya. Umumnya membran ini sangat mudah untuk dilalui oleh air karena ukuran molekulnya yang kecil, tapi juga mencegah kontaminan-kontaminan lain yang mencoba melaluinya. Proses *Reverse Osmosis* menggerakkan air dari konsentrasi kontaminan yang tinggi (sebagai air baku) menuju penampungan air yang memiliki konsentrasi kontaminan sangat rendah. Dengan menggunakan air bertekanan tinggi di sisi air baku, sehingga dapat menciptakan proses yang berlawanan (*reverse*) dari proses alamiah osmosis. Dengan tetap menggunakan membran semi-permeable maka hanya akan mengijinkan molekul air yang melaluinya dan membuang bermacam-macam kontaminan yang terlarut. Proses spesifik yang terjadi dinamakan ion eksklusi, dimana sejumlah ion pada permukaan membran sebagai sebuah pembatas mengijinkan molekul-molekul air untuk melaluinya seiring melepas substansi-substansi lain.

3. Proses Sterilisasi Air (Ozonisasi)

Proses sterilisasi merupakan proses pemberian ozon yang berfungsi membunuh bakteri dalam air sehingga proses ini disebut juga dengan ozonisasi. Ozonisasi menentukan kualitas dan kuantitas produk air minum yang dihasilkan karena ozonisasi dapat membunuh semua mikroorganisme seperti bakteri, kapang dan khamir.

Ozonisasi berlangsung setelah air keluar dari *reverse osmosis* dan ditampung dalam tangki ozonisasi. Proses ini dilakukan dengan menginjeksi ozon yang dihasilkan oleh ozonator (*Ozon Generator*).

Ozonator merupakan alat bertenaga listrik dengan arus bolak-balik yang digunakan untuk membentuk ozon dari udara (oksigen). Cara kerjanya dengan menyalurkan udara ke tabung ozon, pendinginan dengan air *chyller* kemudian ditembak dengan listrik tegangan tinggi dan udara akan bereaksi untuk menghasilkan ozon. Udara yang disalurkan ke tabung ozon dihasilkan akan dialirkan melalui pipa *stainless steel* menuju tabung berbentuk silinder yang disebut *cillenes*. Jumlah ozon yang ditembakkan dapat diatur sedemikian rupa karena pipa pendistribusian ozon dilengkapi katub putar yang bisa diatur.

Air yang telah diozonisasi dikirim ke tangki penampungan akhir (*tanki treated*) dengan kapasitas 10.000 liter. Selama tangki *treated* belum penuh, proses penarikan air sumber dan ozonisasi terus berlangsung. Pengiriman ini melalui pipa yang dilengkapi dengan lubang pengambilan sampel air untuk dianalisis kandungan mikrobanya. Apabila hasil analisis mikrobiologi menunjukkan masih ada kontaminasi maka dihilangkan dengan menambahkan ozon yang ditembakkan. Air yang berada di tangki penampungan akhir ini siap digunakan untuk diisikan ke tiap jenis kemasan.

4. Pengisian (Filling)

Proses ini merupakan proses pengisian air yang telah steril kedalam kemasan yang digunakan yaitu *cup* 220 ml, *cup* 240 ml dan gallon 19 L. Distribusi air kedalam kemasan melalui empat pompa. Didalam setiap pompa terdapat filter berdiameter 0,45 μ m yang berfungsi menyaring semua bahan organik dan mikroorganisme yang ada dalam air setelah proses ozonisasi.

a. Filling Galon

Pada proses pengisian galon, sebelumnya dilakukan pencucian terhadap galon. Gallon yang akan digunakan diperiksa kelayakannya terlebih dahulu yaitu dengan melihat penampakkan fisik galon. Galon yang tidak layak digunakkan antara lain dikarenakan galon pecah, berbau menyengat, atau terdapat lumut yang terlalu tebal. *Galon* yang layak dicuci dalam mesin pencuci galon dengan tiga perlakuan yaitu :

- 1) Pembilasan bagian luar dan dalam galon dengan air hangat (suhu 60-80⁰C).
- 2) Pembilasan galon dengan air cucian galon yang mengandung PAA (*Peroxide Acetic Acid*) dan Na₂O (*Sodium Oxide*).
- 3) Pembilasan akhir dengan air ozon untuk menghilangkan *microorganisme*.

Produk kemudian dikirim oleh departemen produksi ke gudang jadi. Produk ini tidak langsung dipasarkan tetapi melalui pemeriksaan produk oleh

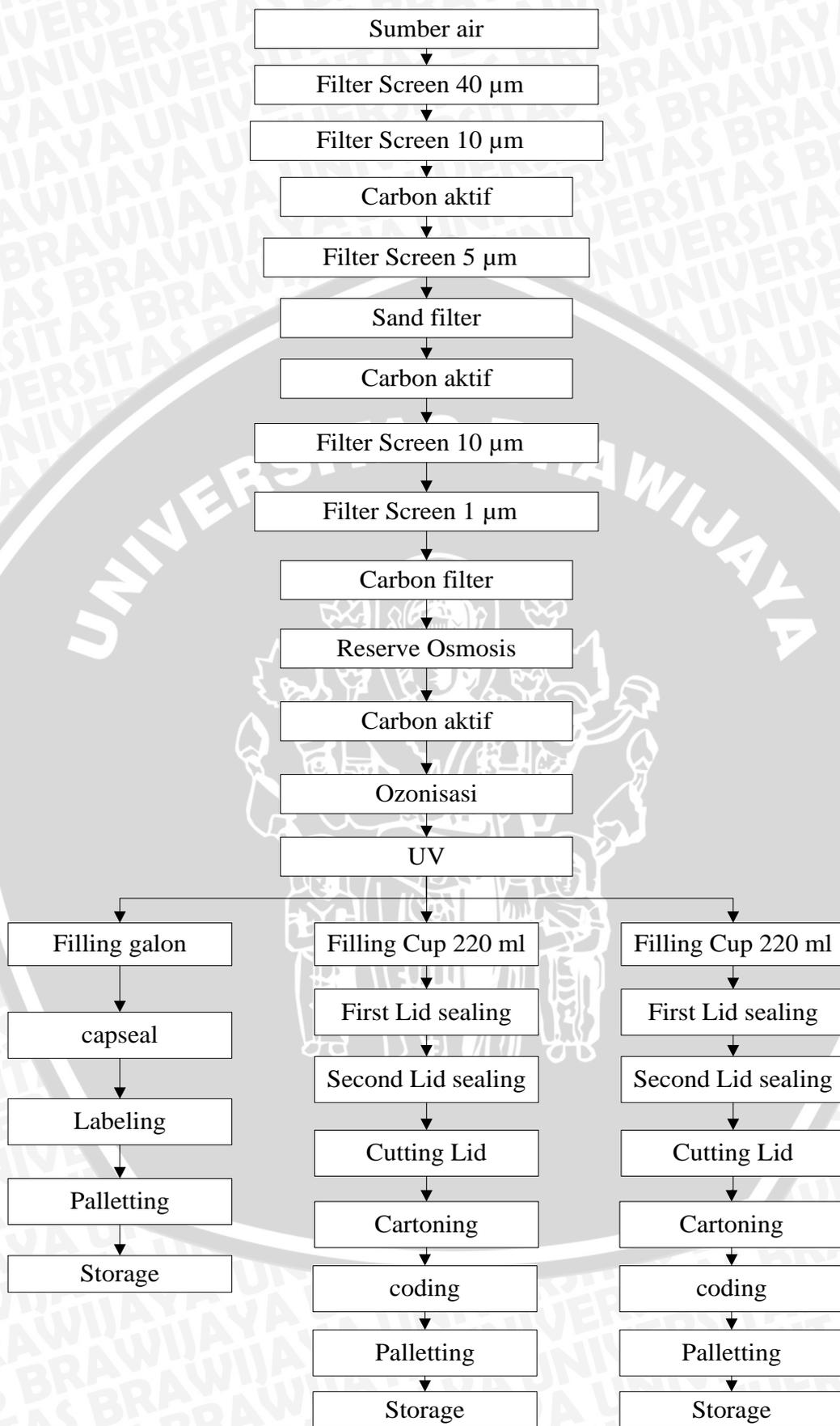
departemen *Quality Control*. Jika hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa produk sudah memenuhi standar maka produk siap dipasarkan.

b. *Filling cup*

Mesin pengisian *cup* yang digunakan berjumlah satu yaitu mesin *Full Automatic Sealer 4 Line Pneumatic system*. Mesin ini bekerja secara kontinyu yaitu berurutan dan proses pengisiannya sebagai berikut :

- 1) *Cup supply* berfungsi untuk menempatkan *cup* selanjutnya *cup* akan berjalan menuju *bucket*. Dalam *cup supply* terdapat 8 *line*.
- 2) *Filler* berfungsi untuk mengisi air steril kedalam *cup*.
- 3) Penutup berfungsi untuk menutup *cup* yang telah terisi air dengan menggunakan *lid film*. Proses ini terbagi menjadi dua yaitu *first sealing* dan *patten correcting* yang bekerja secara bersamaan untuk merekatkan *lid film* dan membenarkan posisi *lid film* agar tepat berada diatas mulut *cup*. *Second sealing* berfungsi untuk merekatkan kembali *lid film* yang belum merekat pada saat *first sealing*. Tahap terakhir yaitu *cutting* dengan menggunakan *cutter* yang posisinya sejajar dengan *second sealing*.
- 4) *Packing* dilakukan dengan menggunakan kardus. Setiap *cup* terdiri atas 2 sap. Setiap sap terdiri atas 24 *cup* dan dipisahkan oleh selembat *layer*. Kemudian kardus di *seal* menggunakan *flakban*. Setelah di *packing* kardus yang berisi *cup* kemudian di simpan di gudang bahan jadi sebelum didistribusikan ke konsumen.

Alur proses produksi air minum *reverse osmosis* dalam kemasan yang diproduksi oleh PT. Setia Kawan Jaya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Alur Proses Produksi Air Minum *Reverse Osmosis*
 Sumber: PT. Setia Kawan Jaya



4.4 Data Historis Cacat *Lid* pada Proses Pengemasan

Pada Tabel 1.1, dapat dilihat bahwa cacat *lid* merupakan cacat yang paling tinggi atau yang paling sering terjadi, cacat *lid* yang terjadi mencapai 0,25% dari total produksi dan masih melebihi standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 0,15%. Selain itu, cacat *lid* yang terjadi juga berpengaruh terhadap jumlah cacat *cup* karena *lid* dan *cup* merupakan satu kesatuan sehingga apabila terjadi kecacatan pada *lid* maka *cup* juga akan ikut di-*reject*. Dari hal tersebut, maka perlu memprioritas perbaikan pada cacat *lid*. Cacat *lid* yang terjadi menimbulkan kerugian baik material maupun waktu produksi.

Proses inspeksi di PT. Setia Kawan Jaya dilakukan pada proses *filling/sealing* dan proses pengepakan pada kardus. Inspeksi pada proses *filling/sealing* merupakan inspeksi yang dilakukan untuk melihat volume air *filling* serta *sealing cup* yang terjadi. Untuk inspeksi *volume* air *filling* dilakukan dengan cara pengambilan sampel sebanyak 20 sampel pada setiap jamnya. Sedangkan inspeksi pada proses pengepakan pada kardus dilakukan oleh operator pengepakan, dimana inspeksi ini dilakukan untuk memisahkan produk yang cacat seperti bocor, *lid* miring dan *cutting* tidak rapi. Inspeksi ini dilakukan terhadap semua produk yang akan dimasukkan pada kardus. Pemisahan produk cacat ini berdasarkan pada visual produk serta kebocoran yang terjadi.

Jumlah cacat *lid* pada proses pengemasan *cup* yang terjadi pada setiap *line* berbeda meskipun menggunakan mesin yang sama. Pada Tabel 4.1 ditampilkan data cacat *lid* perjamnya yang diambil pada setiap *line* mesin *Full Automatic Sealer 4 Line Pneumatic system*, dimana produk yang dihasilkan perjamnya pada setiap *line* sebanyak 1000 *cup*. Dan data yang diambil merupakan data cacat *lid* pada bulan September 2015.

Tabel 4.1 Data Historis Cacat *Lid* Tiap Jam (n=1000)

No.	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4
1	7	2	3	4
2	7	3	4	5
3	5	2	3	4
4	6	3	3	5
5	5	2	2	3
6	7	2	3	4
7	5	2	1	3
8	6	3	3	4
9	4	1	2	5
10	6	3	1	4
11	5	2	3	4
12	6	2	3	2
13	5	4	2	6
14	4	3	3	6
15	3	2	2	2
16	5	1	3	4
17	6	2	4	3
18	7	2	2	4
19	5	1	4	3
20	4	2	3	5
21	5	1	2	4
22	6	3	3	5
23	4	4	2	3
24	5	2	2	4
25	4	2	1	3
26	4	1	2	1
27	4	4	4	6
28	6	2	3	2
29	7	5	2	8
30	4	2	3	5
Jumah	157	70	78	121
Rata-rata cacat	5,23 \approx 5	2,33 \approx 2	2,60 \approx 3	4,03 \approx 4

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa rata-rata cacat *lid* yang terjadi pada *Full Automatic Sealer 4 Line Pneumatic system* setiap *line* berbeda. Pada *line 1* rata-rata cacat yang terjadi adalah 5 *lid cup*, pada *line 2* rata-rata cacat yang terjadi adalah 2 *lid cup*, pada *line 3* rata-rata cacat yang terjadi adalah 3 *lid cup*, dan pada *line 4* rata-rata cacat yang terjadi adalah 4 *lid cup*. Dari rata-rata tersebut, maka penelitian ini difokuskan pada *line 1*, dimana pada *line* ini memiliki rata-rata yang paling banyak dibanding lain lainnya. Perbedaan ini diakibatkan oleh kerusakan komponen atau penggantian komponen yang tidak terjadwal pada setiap *line*-nya. Pada *line 1* dan 4 merupakan *line* yang memproduksi cacat *lid* dengan rata-rata yang hampir sama, cacat pada *line* ini terjadi akibat banyaknya *cup* yang tidak

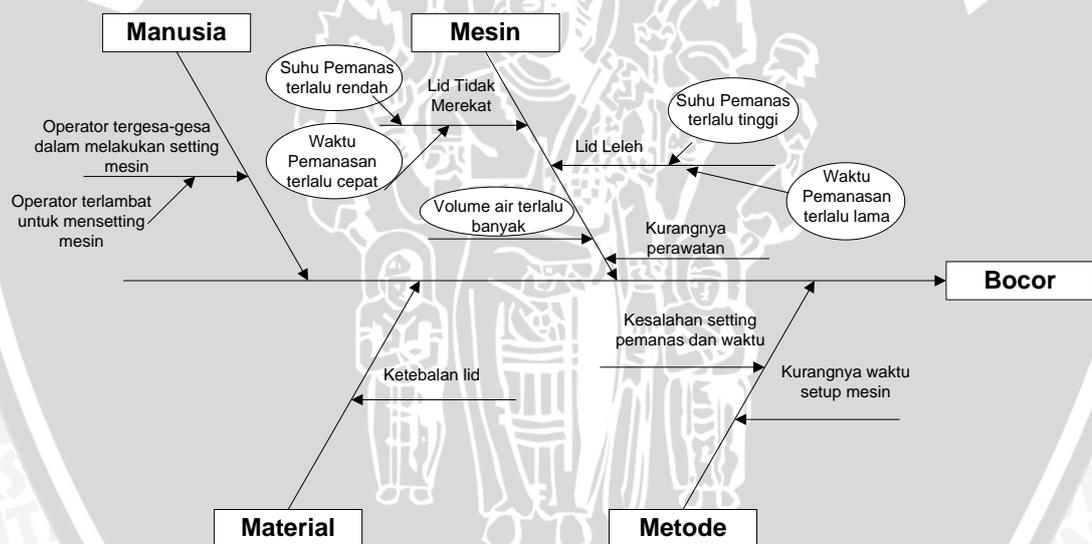
terjatuh pada *bucket*, berbeda dengan *line 2* dan *line 3*. Selain itu pada *line 4* sering terjadi *lid* yang tidak terpotong rapi bahkan tidak terpotong, sehingga mengakibatkan *cup* jatuh dan bocor.

4.5 Identifikasi Penyebab Cacat Lid

Dalam mengevaluasi penyebab cacat *lid* yang terjadi pada setiap jenis cacat *lid* digunakan diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) untuk mengidentifikasi sebab akibat serta mengidentifikasi sumber dan akar masalah kualitas yang mempengaruhi cacat atribut tersebut. Informasi tentang hal yang berkaitan dengan permasalahan dan penyebabnya didapatkan dari hasil wawancara dengan operator dan manajer produksi serta melakukan observasi secara langsung di PT. Setia Kawan Jaya.

Berikut merupakan cacat *lid* yang terjadi pada proses pengemasan air minum dalam kemasan PT. Setia Kawan Jaya:

1. Lid Bocor



Gambar 4.3 Fishbone Diagram Cacat Lid Bocor

Lid bocor pada produk air minum dalam kemasan Surya 220 ml disebabkan oleh berbagai faktor yaitu mesin, manusia, metode dan material. Jenis cacat *lid* bocor ini terjadi proses *sealing*, contoh cacat *lid* dapat dilihat pada Lampiran 4. Adapun penggunaan diagram sebab akibat untuk menelusuri akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya cacat *lid* bocor yang ditampilkan pada Gambar 4.3 tersebut.

Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

a. Faktor Mesin

- 1) Lelehnya *lid* yang disebabkan oleh suhu pemanas terlalu tinggi atau terlalu lamanya waktu pemanasan. Suhu pemanas yang terlalu tinggi atau terlalu lamanya pemanasan dapat mengakibatkan *lid* leleh dan melekat pada *heater* sehingga *lid* terputus. Selain itu, lelehnya *lid* menimbulkan bau hangus yang nantinya akan berpengaruh pada air. Selain itu, suhu pemanas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *lid* yang merekat pada mulut *cup* leleh dan menimbulkan ronggayang mengakibatkan kebocoran.
- 2) *Lid* yang tidak merekat yang diakibatkan oleh kesalahan setting mesin dimana panas mesin yang digunakan kurang atau waktu pemanasan yang terlalu singkat. Kurangnya panas pada pemanas mengakibatkan *lid* tidak tidak merekat dan menimbulkan rongga yang nanti akan menyebabkan kebocoran.
- 3) Kurangnya perawatan mesin seperti pada elemen pemanas sehingga pemanas tidak merata pada tiap *line* juga berpengaruh pada tingkat kebocoran.
- 4) *Volume* air pada *cup* juga dapat berpengaruh terhadap *lid* tidak melekat, hal ini dikarena air yang terlalu banyak akan menghalangi *lid* menempel pada mulut *cup*. Selain itu, terlalu banyaknya air akan mengakibatkan air menggenang diarea mulut *cup* sehingga perekatan tidak maksimal dan menciptakan rongga. *Volume* air juga mengakibatkan tidak adanya udara dalam *cup*, sehingga *cup* akan mudah bocor ketika *cup* terjatuh maupun bocor akibat penumpukan kardus digudang barang jadi.

b. Faktor Manusia

Operator tergesa-gesa dalam men-*setting* mesin disebabkan operator mesin yang terlambat sehingga waktu *setup* mesin hanya berkisar 10 menit dan hal ini menyebabkan suhu pemanas belum maksimal.

c. Faktor Metode

Kesalahan *setting* pemanas dan waktu yang digunakan, hal ini dapat disebabkan operator yang kurang teliti dalam membaca skala *display* yang ada.

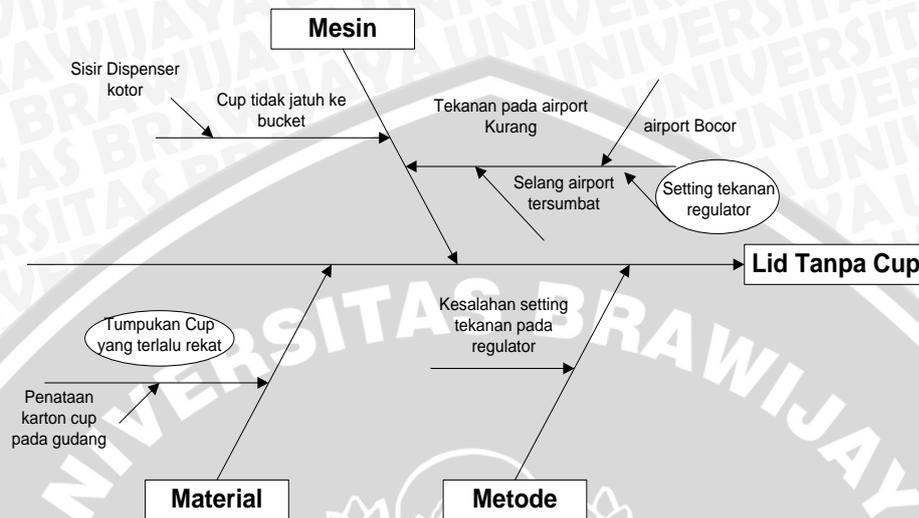
d. Faktor Material

Lid yang diterima oleh PT. Setia Kawan Jaya tidak sesuai dengan standart ketebalan *lid* yang ditetapkan, dimana tebal *lid* yang digunakan adalah 60 μ m – 80 μ m. Hal ini dikarenakan kurangnya inspeksi pada bahan baku yang ada.

Dari semua faktor-faktor penyebab yang ada, faktor lama waktu pemanas yang terlalu lama atau kurang, *volume* air yang terlalu banyak dan suhu pemanas yang terlalu

tinggi atau rendah merupakan faktor yang sering mengakibatkan cacat *lid* bocor, karena faktor tersebut sering terjadi dan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap cacat bocor.

2. *Lid* Tanpa Cup



Gambar 4.4 *Fishbone Diagram* Cacat *Lid* Tanpa Cup

Lid tanpa cup pada produk air minum dalam kemasan Surya 220 ml disebabkan oleh berbagai faktor yaitu mesin, metode dan material. Jenis cacat *lid* ini terjadi proses *sealing*, Contoh cacat *lid* tanpa cup dapat dilihat pada Lampiran 5, dimana cacat ini terjadi diakibatkan proses pengemasan dilakukan tanpa adanya cup pada *bucket*. Adapun penggunaan diagram sebab akibat untuk menelusuri akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya cacat *lid* tanpa cup yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 tersebut. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

a. Faktor Mesin

- 1) Cup yang berada pada cup supply tidak turun pada bucket, sehingga bucket kosong tanpa cup. Tidak turunnya cup pada bucket ini disebabkan oleh sisir dispenser kotor akibat serbuk plastik cup sehingga menyulitkan cup untuk turun.
- 2) Tekanan juga berpengaruh pada jatuhnya cup pada bucket, tekanan yang kurang akan mengakibatkan sisir dispenser tidak bergerak secara optimal dan tidak dapat memisahkan cup secara maksimal. Tekanan yang berkurang dapat dipengaruhi oleh kebocoran pada airport, tersumbatnya selang airport serta kurangnya tekanan pada regulator.

3)

b. Faktor Metode

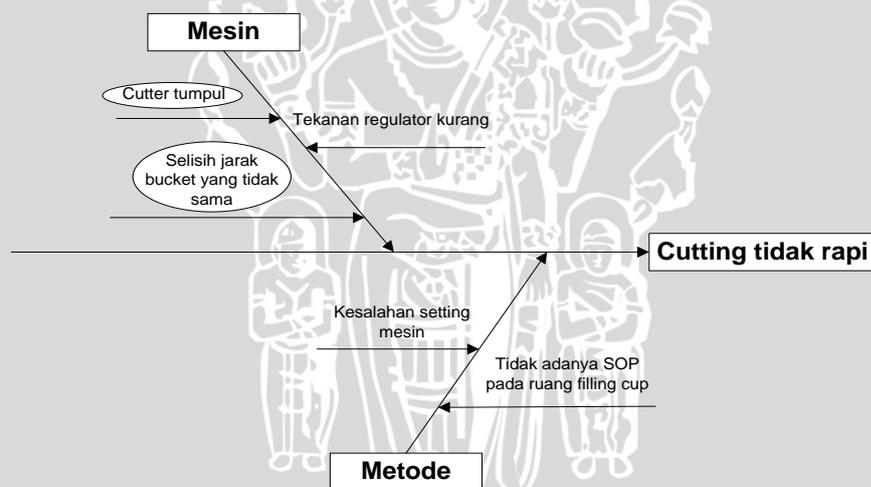
Kesalahan *setting* pada tekanan regulator dapat mengurangi tekanan pada *airport*, hal ini dikarenakan tekanan pada regulator tidak hanya digunakan untuk *airport* tetapi pada pemanas, *filler* dan *cutter*.

c. Faktor Material

Cup yang terlalu rekat mengakibatkan sisir dispenser tidak dapat memisahkan *cup* sehingga *cup* tidak dapat jatuh pada *bucket*. Selain itu, *cup* yang terlalu rekatnya juga mengakibatkan beberapa *cup* yang jatuh sekaligus pada *bucket*. *Cup* yang terlalu rekat ini sebabkan oleh penataan kardus *cup* pada gudang bahan baku yang terlalu banyak, dimana tumpukan kardus mencapai 7 kardus.

Dari faktor-faktor penyebab cacat *lid* tanpa *cup*, faktor *cup* terlalu rekat dan kesalahan *setting* tekanan pada regulator merupakan faktor yang sering menyebabkan terjadi cacat ini dikarenakan kurangnya tekanan dapat mengakibatkan sisir dispenser tidak mampu menyisir *cup* dan *cup* tidak jatuh pada *bucket*.

3. *Cutting* Tidak Rapi



Gambar 4.5 Fishbone Diagram Cacat *Cutting* Tidak Rapi

Cutting lid tidak rapi pada produk air minum dalam kemasan Surya 220 ml disebabkan oleh berbagai faktor yaitu mesin dan material. Jenis cacat *lid* ini terjadi proses *cutting*, contoh cacat *cutting* tidak rapi dapat dilihat pada lampiran 6. Adapun penggunaan diagram sebab akibat untuk menelusuri akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya cacat *cutting* tidak rapi yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 tersebut. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

a. Faktor Mesin

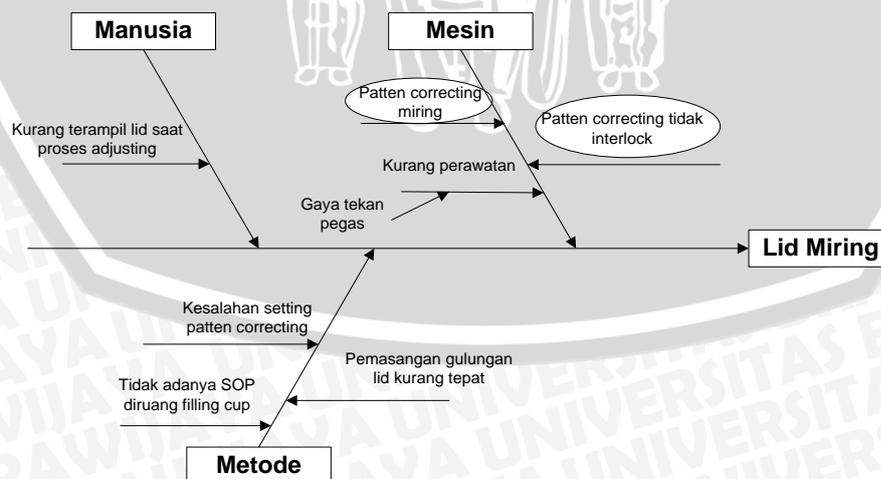
- 1) Tekanan kurang pada *cutter* disebabkan kurangnya tekanan regulator maupun pada tekanan kompresor sehingga *cutter* tidak memotong dengan maksimal. *Lid* yang tidak terpotong ini akan mengangkat *cup* dari *bucket* dengan sendirinya dan mengakibatkan *cup* terjatuh dan bocor.
- 2) Kurangnya pengecekan terhadap pisau *cutter* sehingga pisau *cutter* tumpul dan *lid* tidak dapat terpotong. Hal ini dikarenakan oleh tidak terjadwalnya *maintance*.
- 3) Selisih jarak pada *bucket* yang tidak sama, mengakibatkan *cutter* tidak memotong *lid* namun sejajar dengan *bucket* sehingga menggores *bucket*. Perbedaan jarak pada *bucket* ini diakibatkan oleh pergeseran *bucket* pada rantai.

b. Faktor Metode

- 1) Kesalahan *setting* pada tekanan regulator dapat mengurangi tekanan pada *cutter*. hal ini dikarenakan tekanan pada regulator tidak hanya digunakan untuk satu komponen tetapi pada komponen lainnya.
- 2) Tidak adanya SOP di ruang *filling cup* yang seharusnya menjadi informasi untuk operator.

Dari faktor-faktor penyebab cacat *cutting* tidak rapi, faktor *cutter* tumpul dan selisih jarak antar *bucket* tidak sama merupakan faktor yang sering menyebabkan terjadi cacat ini.

4. *Lid* Miring



Gambar 4.6 *Fishbone Diagram* Cacat *Lid* Miring

Lid miring pada produk air minum dalam kemasan Surya 220 ml disebabkan oleh berbagai faktor yaitu mesin, manusia, metode dan material. Jenis cacat *lid* ini terjadi

proses *sealing*. Adapun penggunaan diagram sebab akibat untuk menelusuri akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya cacat *lid* miring yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 tersebut. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

a. Faktor Mesin

- 1) Kurangnya perawatan akan pegas *patten correcting* mengakibatkan gulungan *lid* miring, sehingga posisi *lid* tidak tepat pada mulut *cup*.
- 2) *Patten correcting* miring yang diakibatkan oleh kesalahan pemasangan ganggang pemegang gulungan *lid*.
- 3) *Patten correcting* tidak *interlock* mengakibatkan pergeseran pada ganggang pemegang gulungan *lid*

b. Faktor Metode

- 1) Kesalahan *setting patten correcting* dikarenakan kesalahan penyetelan pegas, maupun *lid* pada mulut *cup*.
- 2) Pemasangan gulungan *lid* yang kurang tepat yang diakibatkan peletakan gagang gulungan *lid* diletakan secara miring
- 3) Tidak adanya SOP di ruang *filling cup* yang seharusnya menjadi informasi untuk operator.

c. Faktor Manusia

Operator melakukan kesalahan dalam penempatan *lid* pada mulut *cup* saat proses *adjusting*, sehingga *lid* terpasang miring diatas mulut *cup*. Kesalahan tersebut dikarena operator kurang terampil.

Dari faktor-faktor penyebab cacat *lid* miring, faktor *patten correcting* miring, *patten correcting* tidak *interlock* merupakan faktor yang sering menyebabkan terjadi cacat ini.

4.6 Perancangan *Failure Modes And Effect Analysis* (FMEA)

FMEA merupakan pendekatan yang sistematis yang bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi kegagalan potensial dari sebuah proses atau produk dan efek dari kegagalan tersebut, mengidentifikasi kegiatan yang dapat mengeliminasi atau mengurangi peluang dari kegagalan potensial terjadi dengan cara melakukan pembobotan pada nilai *severity*, *occurrene*, dan *detection* untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Tabel 4.2 merupakan identifikasi FMEA pada seluruh cacat *lid* yang terjadi Berikut merupakan proses identifikasi untuk mendapatkan FMEA:

1. Identifikasi *Failure mode*

Melakukan identifikasi *failure mode* pada setiap jenis cacat *lid* yang terjadi. Dimana *failure mode* ini didapatkan dari faktor-faktor penyebab yang paling sering terjadi dan yang paling berpengaruh pada tingkat kecacatan yang terjadi. Faktor-faktor penyebab tersebut didapatkan dari identifikasi dengan menggunakan *fishbone diagram*.

2. Identifikasi *effect of failure*

Mengidentifikasi dampak atau akibat yang ditimbulkan oleh *failure mode*.

3. Menentukan nilai *Severity*

Menentukan nilai *severity* pada tiap *effect of failure*, dimana nilai ini di peroleh dari diskusi dengan manajer produksi dan operator mesin berdasarkan seriusnya dampak akibat kegagalan tersebut.

4. Identifikasi *cause of failure*

Mengidentifikasi penyebab dari setiap *failure mode* yang ada.

5. Menentukan nilai *occurrene*

Menentukan nilai *occurrene* pada tiap *cause of failure*, dimana nilai ini diperoleh dari diskusi dengan manajer produksi dan operator mesin berdasarkan frekuensi kejadian dari kegagalan tersebut.

6. Identifikasi *current process control*

Mengidentifikasi pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengurangi ataupun menghilangkan kegagalan yang terjadi

7. Menentukan nilai *detection*

Menentukan nilai *detection* pada tiap *cause of failure*, dimana nilai ini diperoleh dari diskusi dengan manajer produksi dan operator mesin berdasarkan kemampuan dalam pengendalian kegagalan yang terjadi.

8. Melakukan Perhitungan RPN

Nilai pembobotan *severity*, *occurrene* dan *detection*

Tabel 4.2 FMEA Cacat Lid

Jenis Cacat	Failure Mode	Effect of Failure	S	Cause of Failure	O	Current Process Control	D	RPN
Lid Bocor	Waktu pemanas terlalu lama	Lid leleh pada mulut <i>cup</i> dan mengakibatkan adanya lubang dan menimbulkan kebocoran	6	Kesalahan setting pada mesin sealer dan ketidak sesuaian dengan SOP yang ada	5	Operator melakukan penyesuaian waktu pemanasan pada waktu setup mesin	4	120
	Waktu pemanas terlalu cepat	Lid tidak merekat pada <i>cup</i> sehingga menimbulkan lubang dan menyebabkan kebocoran	6	Kesalahan setting pada mesin sealer dan ketidak sesuaian dengan SOP yang ada	5	Operator melakukan penyesuaian waktu pemanasan pada waktu setup mesin	4	120
	Suhu pemanas terlalu tinggi	Lid leleh dan merekat pada heater sehingga menimbulkan bau hangus, dan lid akan leleh pada mulut <i>cup</i> dan mengakibatkan adanya lubang.	6	Kesalahan setting pada mesin sealer dan ketidak sesuaian dengan SOP yang ada	7	Operator melakukan penyesuaian suhu pemanasan pada waktu setup mesin	5	210
	Suhu pemanas terlalu rendah	Lid tidak merekat pada <i>cup</i> sehingga menimbulkan lubang dan menyebabkan kebocoran	6	Kesalahan setting pada mesin sealer dan ketidak sesuaian dengan SOP yang ada	7	Operator melakukan penyesuaian suhu pemanasan pada waktu setup mesin	5	210
	Volume air terlalu banyak	Air menggenang pada mulut <i>cup</i> dan menghambat melekatnya lid pada <i>cup</i>	6	Tidak adanya setting control pada filling	4	Operator melakukan pengecekan terhadap kran filler saat proses berlangsung	5	120
Lid Tanpa Cup	Tekanan regulator kurang	Cup tidak jatuh pada bucket	8	Bucket kosong tanpa cup	7	Operator melakukan pengecekan tekanan saat proses berlangsung serta pengecekan secara berkala terhadap selang tekanan	5	280
	Cup terlalu rekat	Cup tidak jatuh pada bucket atau beberapa cup jatuh sekaligus	8	Penumpukan kardus cup yang melebihi 7 kardus pada gudang barang jadi	5	Penataan gudang yang benar, dimana terdapat batasan tumpukan. Operator mengisi bucket yang kosong secara manual	6	240
Cutting Tidak Rapi	Cutter tumpul	Lid tidak terpotong	1	Kurangnya maintance pada pisau potong	2	Melakukan maintance secara berkala dan melakukan pergantian cutter	3	6
	Selisih jarak bucket yang berbeda	Cutter memotong bucket atau cutter memotong mulut cup	1	pergeseran bucket dan adanya kelonggaran yang terjadi pada salah satu sisi rantai akibat kurangnya maintance mesin.	3	Melakukan maintance secara berkala	3	9
Lid Miring	Patten correcting miring	Letak lid miring	4	kurangnya perawatan dan pergantian pegas	6	Operator melakukan pengecekan patten correcting selama proses berlangsung, menghentikan mesin dan melakukan pensettingan ulang pada mesin	4	96
	Patten correcting tidak interlock	Pemegang gulungan lid miring	4	Kelalaian pada operator	2	Operator melakukan pengecekan patten correcting, dan pengencangan pegas	4	32

Berdasarkan FMEA yang telah diberikan pembobotan nilai, selanjutnya pada tahap ini dilakukan pengurutan nilai RPN tertinggi hingga terendah. Pengurutan nilai dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Rekap Nilai RPN Cacat *Lid*

Rank	Jenis Cacat	Failure Mode	S	O	D	RPN
1	<i>Lid Tanpa Cup</i>	Tekanan regulator kurang	8	7	5	280
2		<i>Cup</i> terlalu rekat	8	5	6	240
3	Bocor	Suhu pemanas terlalu tinggi	6	7	5	210
4		Suhu pemanas terlalu rendah	6	7	5	210
5		Waktu pemanasan terlalu cepat	6	5	4	120
6		Waktu pemanasan terlalu lama	6	5	4	120
7		<i>Volume</i> air terlalu banyak	6	4	5	120
8	<i>Lid Miring</i>	<i>Patten correcting</i> miring	4	6	4	96
9		<i>Patten correcting</i> tidak interlock	4	3	4	32
10	<i>Cutting</i> Tidak Rapi	Selisih jarak <i>bucket</i> yang berbeda	1	3	3	9
11		<i>Cutter</i> tumpul	1	2	3	6

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat urutan faktor penyebab cacat *lid* berdasarkan nilai RPN, dimana nilai RPN tertinggi merupakan cacat *lid* tanpa *cup* dengan faktor tekanan regulator kurang, dan yang terendah adalah jenis cacat *cutting* tidak rapi dengan faktor *cutter* tumpul. Urutan nilai RPN tersebut akan dijadikan pertimbangan guna memfokuskan perbaikan dan peningkatan pada jenis cacat dan faktor yang memiliki RPN tertinggi.

Setelah dilakukan perhitungan nilai RPN pada cacat dan faktor-faktor penyebab cacat *lid*, maka didapatkan urutan prioritas faktor-faktor penyebab cacat *lid* yang membutuhkan penanganan dan perbaikan. Berikut merupakan analisis faktor penyebab cacat *lid* tersebut sehingga didapatkan faktor-faktor yang akan digunakan dalam eksperimen taguchi:

1. Tekanan Regulator

Tekanan pada regulator merupakan *output* dari tekanan kompresor yang akan menjadi *input* tekanan pada mesin *sealer*. Tekanan yang tertera pada regulator ini akan didistribusikan pada item mesin yang bergerak, seperti pemanas 1, pemanas, 2, *cutter*, sisir *dispenser*, dan *filler* air. Tekanan kompresor yang digunakan adalah 9 bar dengan

output tekanan regulator sebesar 6-8 bar, sedangkan komponen pneumatik beroperasi pada tekanan 8-10 bar dan untuk penggunaan ekonomis menggunakan tekanan 5-6 bar. Dari hasil diskusi dengan operator mesin *sealer*, tekanan regulator sangat berpengaruh terhadap kerja mesin dan kualitas pengemasan. Tekanan regulator yang digunakan selama ini adalah sebesar 6,5 bar, yang menurut perusahaan merupakan tekanan minimum yang digunakan pada mesin *sealer*.

2. Kerekatan *cup*

Penataan *cup* yang terlalu rekat diakibatkan oleh sistem penyimpanan pada gudang, dimana tumpukan karton *cup* pada gudang mencapai 7 karton yang mengakibatkan banyaknya *cup* yang penyok dan terdesak. *Cup* yang terlalu rekat ini mengakibatkan sisir *dispenser* tidak dapat memisahkan antara *cup* satu dengan lainnya sehingga *cup* tidak jatuh pada *bucket*. Namun apabila dilakukan eksperimen terhadap faktor penyebab ini akan menimbulkan kesulitan dikarenakan dalam mengukur kerekatan *cup* satu dengan *cup* yang lainnya membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu faktor ini tidak dapat digunakan.

3. Suhu Pemanas

Berdasarkan wawancara dan diskusi yang dilakukan dengan operator mesin *sealer* dan manajer produksi, suhu pemanasan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengemasan. Suhu pemanas berpengaruh terhadap melekat atau tidaknya *lid* pada mulut *cup*. Suhu pemanas yang digunakan oleh PT. Setia Kawan Jaya adalah 275 °C pada pemanas 1 dan pemanas 2, dimana suhu pemanas yang dapat digunakan untuk proses *sealing* adalah 225 °C – 350 °C. Namun, pada proses *sealing* masih terjadi perubahan suhu pemanas oleh operator sehingga dapat mengakibatkan adanya kebocoran akibat suhu pemanas yang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah.

4. Waktu Pemanasan

Dari hasil wawancara dengan operator mesin dan manajer produksi, lama waktu pemanasan berpengaruh terhadap kualitas pengemasan dan tingkat kebocoran yang terjadi. Lama pemanasan yang digunakan oleh PT. Setia Kawan Jaya adalah 1,15 detik, dimana waktu pemanasan yang dapat digunakan adalah 1- 2 detik. Lama waktu pemanasan juga berpengaruh terhadap jumlah air minum dalam kemasan yang diproduksi pada setiap menitnya. Perubahan waktu pemanas dapat mengakibatkan adanya kebocoran akibat waktu pemanasan yang terlalu lama ataupun terlalu cepat.

5. *Volume Air*

Pada proses pengisian atau *filling* air pada *cup*, air bahan jadi akan dimasukkan pada *cup* dengan melewati kran yang ada pada mesin. Dari hasil diskusi dengan operator mesin, apabila dilakukan eksperimen terhadap faktor ini akan menimbulkan kesulitan dikarenakan penyetelan *filler* di PT. Setia Kawan Jaya dilakukan secara konvensional seperti memutar kran *filler* untuk penyesuaian volume air dan tidak ada *tools* pada mesin untuk mengukur *volume* air.

6. *Patten Correcting Miring*

Patten correcting merupakan alat pemegang ganggang pembawa gulungan *lid*. Dimana fungsi dari *patten correcting* ini adalah memegang ganggang pembawa gulungan *lid* tetap pada posisi sehingga letak *lid* tidak bergeser. Dari hasil wawancara dengan operator mesin, faktor ini tidak dapat digunakan dikarenakan kemiringan pada *patten correcting* akan menyebabkan *lid* miring. Selain itu penyettingan pada *patten correcting* ini dilakukan secara manual.

7. *Patten Correcting Tidak Interlock*

Dari hasil wawancara dengan operator mesin dan manajer produksi, faktor ini tidak dapat digunakan dikarenakan *patten correcting* tidak *interlock* disebabkan oleh kelalaian dari operator, dan untuk ketersediaan operator mesin pun terbatas.

8. Selisih Jarak *Bucket*

Perbedaan selisih jarak pada setiap *bucket* dipengaruhi oleh pergeseran rantai atau rantai yang longgar pada salah satu sisinya, yang diakibatkan kurangnya *maintance* mesin. Dari hasil wawancara dengan operator mesin, faktor ini tidak dapat digunakan karena dapat menimbulkan kesulitan pada saat penyettingan mesin, selain itu penyettingan untuk jarak *bucket* memerlukan waktu yang lama dan perlu *mem-breakdown* mesin. Oleh karena itu, faktor ini tidak akan digunakan.

9. *Cutter Tumpul*

Ketidakrapihan dalam *cutting lid* juga dipengaruhi oleh *cutter*. Penggantian *cutter* dilakukan dalam waktu satu tahun sekali. Dari hasil wawancara dengan operator mesin, Faktor ini tidak dapat digunakan karena ketumpulan *cutter* tidak dapat diukur dengan alat.

4.7 Perancangan Metode Taguchi

Pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan proses dengan menggunakan metode Taguchi. Metode ini digunakan untuk mendapatkan *setting* level optimal sehingga dapat

meminimalkan cacat *lid* pada proses pengemasan air minum kemasan PT. Setia Kawan Jaya.

4.7.1 Penetapan Karakteristik Kualitas

Untuk penetapan karakteristik kualitas pada proses pengemasan air minum dalam kemasan yang diharapkan adalah *smaller the better* sehingga dapat meminimalkan cacat *lid* dan meningkatkan kualitas kemasan air minum dalam kemasan. Dengan kata lain penetapan karakteristik kualitas yang diinginkan pada pengemasan air minum dalam kemasan yaitu semakin kecil atau semakin sedikitnya cacat *lid* yang dihasilkan maka semakin baik kualitas pengemasan air minum dalam kemasan.

4.7.2 Penetapan Faktor dan Level Faktor

Setelah dilakukan analisis pada tiap faktor penyebab cacat *lid*, maka didapatkan faktor-faktor berpengaruh yang akan digunakan dalam eksperimen Taguchi. Tabel 4.4 merupakan faktor-faktor penyebab cacat yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas proses pengemasan air minum dalam kemasan, dimana faktor ini diurutkan berdasarkan prioritas perhitungan nilai RPN.

Tabel 4.4 Rekap Faktor yang Berpengaruh

No.	Faktor	Keterangan
1	Tekanan regulator	Digunakan
2	Kerekatan pada <i>cup</i>	Tidak digunakan
3	Suhu pemanas	Digunakan
4	Waktu pemanasan	Digunakan
5	<i>Volume</i> air	Tidak digunakan
6	<i>Patten correcting</i> miring	Tidak digunakan
7	<i>Patten correcting</i> tidak <i>interlock</i>	Tidak digunakan
8	Selisih jarak <i>bucket</i>	Tidak digunakan
9	<i>Cutter</i> tumpul	Tidak digunakan

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa terdapat 9 faktor yang berpengaruh terhadap cacat *lid* namun seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, hanya ada 3 faktor yang dapat digunakan yaitu, tekanan regulator, suhu pemanas, dan waktu pemanasan. Langkah selanjutnya adalah menentukan level faktor untuk setiap faktor yang

akan digunakan berdasarkan hasil diskusi dengan manajer produksi dan operator mesin serta referensi buku yang digunakan oleh perusahaan serta penelitian terdahulu.

1. Tekanan Regulator

Tekanan udara yang tertera pada regulator merupakan *output* tekanan yang berasal dari kompresor. Tekanan yang tertera pada regulator ini akan didistribusikan pada item mesin yang bergerak, seperti pemanas 1, pemanas 2, *cutter*, sisir *dispenser*, dan *filler* air. Tekanan kompresor yang digunakan adalah 9 bar dengan output tekanan regulator sebesar 6-8 bar, Umumnya elemen – elemen pneumatic seperti silinder dan katup disiapkan untuk menerima tekanan kerja maksimal 8–10 bar dan untuk penggunaan ekonomis menggunakan tekanan 5-6 bar. Tetapi karena adanya tahanan arus pada masing – masing komponen (misalnya pencekik) dan dalam pipa saluran, sambungan, panjang pipa, kebocoran, maka harus diperkirakan pula nilai susut tekanan antara 0,1 sampai 0,5. Sehingga pada penelitian kali ini akan digunakan faktor tekanan regulator dengan level faktor 6,5 bar, 7 bar dan 7,5 bar. Level faktor yang digunakan merupakan level faktor yang masih berada pada rentang maksimal penggunaan tekanan secara ekonomis dan tekanan minimum yang digunakan untuk komponen pneumatik.

2. Suhu Pemanas

Suhu pemanas sangat mempengaruhi tingkat kebocoran dari kemasan. Pada proses pengemasan dijelaskan bahwa pada proses *sealing* terdapat 2 pemanas yang digunakan. Sehingga dalam eksperimen ini akan digunakan faktor suhu pemanas 1 dan suhu pemanas 2. Suhu pemanas yang digunakan selama ini adalah 275°C untuk kedua pemanas. Dan dari hasil diskusi dengan manajer produksi dan operator maka digunakan level faktor 250 °C, 275 °C, dan 300 °C untuk suhu pemanas 1 dan pemanas 2. Pemilihan level faktor ini berdasarkan atas titik leleh plastik *Polypropylene* yaitu antara 200 °C - 300 °C, dan suhu pemanas yang dapat digunakan untuk proses *sealing* adalah 225 °C – 350 °C. Selain itu suhu yang digunakan masih berada pada batas yang diijinkan atau aman.

3. Lama waktu pemanasan

Lama pemanasan bukan hanya berpengaruh pada tingkat kebocoran namun juga berpengaruh terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Semakin cepat pemanasan maka semakin banyak pula jumlah produk yang dihasilkan pada tiap menitnya. Lama pemanasan yang digunakan selama ini adalah 1,15 detik. Waktu pemanasan minimal yang dapat digunakan adalah 1 detik dan maksimalnya adalah 2 detik. Dari hasil

diskusi dengan manajer produksi dan operator maka level faktor yang digunakan adalah 1,1 detik, 1,3 detik dan 1,5 detik. Pemilihan level faktor ini mempertimbangkan jumlah output produk serta pengaruh waktu pemanasan tiap 0,1 detik.

Dari Faktor berpengaruh yang dapat digunakan pada Tabel 4.4 dan analisis level faktor yang dapat digunakan. Maka didapatkan setting faktor dan level faktor eksperimen taguci untuk mengurangi cacat *lid* pada pengemasan air minum dalam kemasan PT. Setia Kawan Jaya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Faktor dan level Faktor Eksperimen Taguchi

Faktor	Setting Level Faktor		
	1	2	3
Tekanan Regulator (Bar)	6,5	7	7,5
Suhu Pemanas 1 ($^{\circ}$ C)	250	275	300
Suhu Pemanas 2 ($^{\circ}$ C)	250	275	300
Lama Pemanasan (Detik)	1,1	1,3	1,5

4.7.3 Penetapan *Orthogonal Array*

Untuk mendapat desain *orthogonal array* yang sesuai maka diperlukan nilai *degree of freedom* dari faktor-faktor yang akan digunakan dalam eksperimen. Setelah *degree of freedom* dari faktor diketahui maka *degree of freedom orthogonal array* yang digunakan minimal sama dengan dengan *degree of freedom* faktor utama tersebut. Berikut ini adalah perhitungan *degree of freedom* untuk faktor yang terkontrol dalam penelitian ini yang ditamikan pad Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan *Degree of Freedom*

Faktor	Df
A Suhu pemanas 1	(3-1)
B Suhu pemanas 2	(3-1)
C Lama waktu pemanasan	(3-1)
D Tekanan regulator	(3-1)
Total	8

Pada Tabel 4.6 diketahui bahwa *degree of freedom* dari faktor pada penelitian ini adalah delapan (8). Berdasarkan jumlah faktor dan level faktor yang digunakan, maka dalam penelitian ini digunakan *orthogonal array* L8(3^4), namun dikarenakan pada

eksperimen Taguchi tidak mengenal adanya *orthogonal array* $L_8(3^4)$, maka pada penelitian ini *orthogonal array* yang digunakan adalah $L_9(3^4)$ agar penelitian ini dapat dilaksanakan sesuai dengan kaidah penelitian dari Taguchi. *Orthogonal array* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 *Orthogonal Array* $L_9(3^4)$

Eksperimen	Faktor			
	A	B	C	D
	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Jumlah eksperimen yang dibuat harus sesuai dengan *orthogonal array* $L_9(3^4)$ adalah 9 kali eksperimen.

4.7.4 Pelaksanaan Eksperimen Taguchi

Pada tahap pelaksanaan eksperimen taguchi, faktor-faktor yang berpengaruh pada proses pengemasan air minum dalam kemasan akan mengikuti penugasan pada tabel *orthogonal array*. Hasil dari eksperimen taguchi dapat dilihat pada Tabel 4.8. Pemeriksaan terhadap kemasan air akan dilakukan mengikuti bagian *quality control* perusahaan dimana terdapat 2 kali inspeksi QC yaitu pada proses *sealing* dan proses pengepakan dalam kardus. Pengamatan terhadap jumlah cacat *lid* dilakukan tiap satu jam sekali pada *line* 1 mesin *sealer*, dimana kemasan *cup* yang dihasilkan pada setiap jamnya adalah 1000 *cup*.

Tabel 4.8 Hasil Eksperimen Taguchi

Eksperimen	Faktor				Hasil		
	A	B	C	D	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	1	1	1	1	8	5	7
2	1	2	2	2	3	3	3
3	1	3	3	3	2	2	1
4	2	1	2	3	2	1	2
5	2	2	3	1	4	4	5
6	2	3	1	2	2	2	2
7	3	1	3	2	2	3	3
8	3	2	1	3	1	1	0
9	3	3	2	1	2	1	2

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diolah dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan *Signal to Noise Ratio* (S/N Ratio).

4.7.5 Perhitungan *Analysis Of Variance* (ANOVA)

Metode taguchi menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) data atribut bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai respon. *Analysis of variance* (ANOVA) merupakan metode yang digunakan untuk mencari *setting level* optimal guna meminimalkan penyimpangan variansi. Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan *analysis of variance* (ANOVA) untuk data atribut:

1. Pengolahan Data Hasil Eksperimen dan Nilai Rata-Rata jumlah Cacat *Lid*

Nilai rata-rata seluruh percobaan adalah rata-rata dari semua data percobaan.

$$\bar{Y} = \frac{(8 + 5 + 7)}{3} = 6,67$$

Rekap hasil perhitungan rata-rata setiap eksperimen dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perhitungan Rata-Rata Hasil Eksperimen

Eksperimen	Faktor				Hasil			Rata-rata
	A	B	C	D	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	
1	1	1	1	1	8	5	7	6,67
2	1	2	2	2	3	3	3	3,00
3	1	3	3	3	2	2	1	1,67
4	2	1	2	3	2	1	2	1,67
5	2	2	3	1	4	4	5	4,33
6	2	3	1	2	2	2	2	2,00
7	3	1	3	2	2	3	3	2,67
8	3	2	1	3	1	1	0	0,67
9	3	3	2	1	2	1	2	1,67

2. Pembuatan Tabel Respon

Tujuan dari tabel respon adalah untuk mengetahui efek dari setiap level faktor terhadap respon (jumlah cacat *lid*). Respon dilakukan dengan melihat perbedaan nilai rata-rata respon antar level faktor dan juga mengurutkan perbedaan level faktor tersebut dari yang terbesar hingga terkecil. Berikut merupakan contoh perhitungan pada Tabel respon:

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A1}) = \frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{3}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A1}) = \frac{6,67 + 3 + 1,67}{3}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A1}) = 3,78$$

Hasil perhitungan tabel respon dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Respon Eksperimen

Level	A	B	C	D
1	3,78	3,67	3,11	4,22
2	2,67	2,67	2,11	2,56
3	1,67	1,78	2,89	1,33
Diff	2,11	1,89	1,00	2,89
Rank	2	3	4	1

Dari perhitungan Tabel 4.10, terlihat perbedaan nilai rata-rata respon (Jumlah cacat *lid*) antar level faktor. Level faktor dikatakan berpengaruh terhadap karakter kualitas (Mengurangi cacat *lid*) ketika rata-rata dari respon tersebut lebih kecil dibandingkan level faktor lainnya. Selain itu, pada tabel respon dapat diketahui tingkatan faktor yang berpengaruh dengan melihat urutan perbedaan level faktor tersebut dari yang terbesar hingga terkecil. Sehingga tabel respon didapatkan hasil bahwa level faktor yang berpengaruh, Faktor A level 3 (Suhu pemanas 300 °C), Faktor B level 3 (Suhu pemanas 300 °C), Faktor C level 2 (Lama waktu pemanasan 1,3 detik), dan Faktor D level 3 (Tekanan regulator 7,5 Bar). Dimana Suhu pemanas 300°C lebih mampu mengurangi cacat lid, dan waktu yang paling sesuai dengan suhu tersebut adalah 1,3 detik serta dengan tekanan regulator 7,5bar.

3. Pengolahan Data ANOVA

Taguchi menggunakan *Analysis of Means* untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata respon. *Analysis of Variance* merupakan metode yang digunakan untuk mencari *setting* level optimal yang dapat meminimal kan

penyimpangan nilai rata-rata. Langkah-langkah dalam perhitungan analisis variansi, yaitu:

a. Menghitung Nilai Jumlah Kuadrat Total

$$SS_{Total} = \sum Y^2$$

$$SS_{Total} = 8^2 + 5^2 + 7^2 + \dots + 2^2 + 1 + 2^2$$

$$SS_{Total} = 285$$

b. Menghitung Jumlah Kuadrat Rata-rata (Mean)

$$1) \text{ Total cacat keseluruhan} = 8 + 5 + 7 + \dots + 2 + 1 + 2$$

$$\text{Total cacat keseluruhan} = 73$$

$$\text{Rata-rata jumlah cacat keseluruhan } (\bar{y}) = \frac{\text{Total proporsi cacat}}{27} = \frac{73}{27}$$

$$\text{Rata-rata jumlah cacat keseluruhan } (\bar{y}) = 2,7$$

Setelah dilakukan perhitungan total cacat keseluruhan maka dilakukan jumlah kuadrat rata-rata.

$$2) SS_{Mean} = n\bar{y}^2$$

$$SS_{Mean} = 27 \times \left(\frac{8 + 5 + 7 + \dots + 2 + 1 + 2}{27} \right)^2$$

$$SS_{Mean} = 197,37$$

c. Menghitung Jumlah Kuadrat Faktor

$$1) SS_A = (n_{A1} \times \bar{A1}^2) + (n_{A2} \times \bar{A2}^2) + (n_{A3} \times \bar{A3}^2) - SS_{mean}$$

$$SS_A = (9 \times 3,78^2) + (9 \times 2,67^2) + (9 \times 1,67^2) - 197,37$$

$$SS_A = 20,07$$

$$2) SS_B = (n_{B1} \times \bar{B1}^2) + (n_{B2} \times \bar{B2}^2) + (n_{B3} \times \bar{B3}^2) - SS_{mean}$$

$$SS_B = (9 \times 3,67^2) + (9 \times 2,67^2) + (9 \times 1,78^2) - 197,37$$

$$SS_B = 16,07$$

$$3) SS_C = (n_{C1} \times \bar{C1}^2) + (n_{C2} \times \bar{C2}^2) + (n_{C3} \times \bar{C3}^2) - SS_{mean}$$

$$SS_C = (9 \times 3,11^2) + (9 \times 2,11^2) + (9 \times 2,89^2) - 197,37$$

$$SS_C = 4,96$$

$$4) SS_D = (n_{D1} \times \bar{D1}^2) + (n_{D2} \times \bar{D2}^2) + (n_{D3} \times \bar{D3}^2) - SS_{mean}$$

$$SS_D = (9 \times 4,22^2) + (9 \times 2,56^2) + (9 \times 1,33^2) - 197,37$$

$$SS_D = 37,85$$

- d. Menghitung Jumlah Kuadrat *Error*

$$SSE = SS_{Total} - SS_{Mean} - \sum SS_j$$

$$SSE = SS_{total} - SS_{mean} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_D$$

$$SSE = 285 - 197,37 - 20,07 - 16,07 - 4,96 - 37,85$$

$$SSE = 8,67$$

- e. Membuat Tabel ANOVA

- 1) Menghitung Derajat Kebebasan Faktor

$$V_A = (\text{number of Levels} - 1)$$

$$V_A = (3 - 1) = 2$$

Demikian pula dengan derajat kebebasan B, C dan D

- 2) Menghitung Derajat Kebebasan Total

$$V_T = (\text{number of Eksperimen} - 1)$$

$$V_t = (27 - 1) = 26$$

- 3) Menghitung Rata-Rata Jumlah Kuadrat (MS)

Berikut merupakan contoh perhitungan rata-rata jumlah kuadrat (MS) faktor

A:

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A}$$

$$MS_A = \frac{20,07}{2} = 10,04$$

Demikian pula dengan perhitungan rata-rata jumlah kudarat pada faktor B, C, D dan *error*.

- 4) Menghitung Rasio (F-Ratio)

Berikut merupakan contoh perhitungan Rasio (F-Ratio) A:

$$F \text{ ratio } A = \frac{MS_A}{MS_{Error}}$$

$$F \text{ ratio } A = \frac{10,04}{0,48} = 20,85$$

Begitu pula dengan perhitungan F-Ratio pada faktor B, C, D dan *error*.

- 5) Menghitung SS' Pada Masing-Masing Faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan SS'_A

$$SS'_A = SS_A - (V_A \times MS_{Error})$$

$$SS'_A = 20,07 - (2 \times 0,48) = 19,11$$

Begitu pula dengan perhitungan SS' untuk faktor B, C dan D

$$SS'_{Error} = SSt - \text{jumlah semua faktor}$$

$$SS'_{Error} = 87,63 - (19,11 + 15,11 + 4 + 36,89)$$

$$SS'_{Error} = 28,06$$

- 6) Menghitung Rho% (Persentase *Ratio* akhir) Pada Masing-Masing Faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk Rho% faktor A

$$Rho\%A = \frac{SS'_A}{SSt}$$

$$Rho\%A = \frac{20,07}{87,63} = 21,81 \%$$

4. Pembuatan Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA)

Rekap perhitungan *Analysis of variance* (ANOVA) ditampilkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan *Analysis Of Variance* (ANOVA)

Sumber	SS	DF	MS	F _{Ratio}	SS'	Ratio %
A	20,07	2	10,04	20,85	19,11	21,81
B	16,07	2	8,04	16,69	15,11	17,24
C	4,96	2	2,48	5,15	4,00	4,56
D	37,85	2	18,93	39,31	36,89	42,10
Error	8,67	18	0,48	1	12,52	14,29
SSt	87,63	26	39,96			
Mean	197,37	1				
SSTotal	285,00	27				

Hasil dari tabel ANOVA untuk nilai rata-rata sebelum dilakukan *pooling*, F-*Ratio* pada masing-masing faktor lebih besar dibandingkan dengan nilai F-Tabel (F 0,05;2;8) yaitu 3,55. Sehingga dapat dikatakan bahwa semua faktor yaitu faktor A (suhu pemanas 1), faktor B (suhu pemanas 2), faktor C (Lama waktu pemanasan) dan faktor D (tekanan regulator) mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variable respon (jumlah cacat *lid*).

5. *Pooling Up*

Setelah didapatkan hasil perhitungan dengan ANOVA, langkah selanjutnya adalah *Pooling up* dengan menggunakan separuh derajat kebebasan pada *orthogonal array* yaitu dua faktor kontrol. Karena pada perhitungan ANOVA semua faktor memiliki pengaruh yang signifikan maka *Pooling up* diambil satu faktor yang mempunyai tingkat signifikan yang paling kecil yaitu faktor C (lama waktu pemanasan). Sistem

Pooling up yang digunakan dilakukan secara bersamaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui faktor mana yang paling signifikan dan berpengaruh paling besar terhadap kualitas kemasan air minum. Berikut ini merupakan perhitungan *Pooling up* untuk faktor C.

- a. Menghitung *SS Pooled*

$$SS_{pooled} = SS_{error} + SS_C$$

$$SS_{pooled} = 8,67 + 4,96 = 13,63$$

- b. Perhitungan Derajat Bebas *Pooled*

$$V_{pooled} = V_{error} + V_C$$

$$V_{pooled} = 18 + 2 = 20$$

- c. Menghitung Rata-Rata Jumlah Kuadrat (MS)

$$MS_{pooled} = \frac{SS_{pooled}}{DF_{pooled}}$$

$$MS_{pooled} = \frac{13,63}{20} = 0,68$$

- d. Menghitung *F-Ratio* untuk Semua Faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan Rasio (*F-Ratio*) A

$$F \text{ ratio } A = \frac{MS_A}{MS_{pooled}}$$

$$F \text{ ratio } A = \frac{10,04}{0,68} = 14,73$$

Begitu pula dengan perhitungan *F-Ratio* pada faktor B, D dan *pooled*.

- e. Menghitung *SS'* untuk Semua Faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan SS'_A :

$$SS'_A = SS_A - (V_A \times MS_{pooled})$$

$$SS'_A = 20,07 - (2 \times 0,68) = 18,71$$

Begitu pula dengan perhitungan *SS'* untuk faktor B dan D

$$SS'_{pooled} = SSt - \text{jumlah semua faktor}$$

$$SS'_{pooled} = 87,63 - (18,71 + 14,71 + 36,49)$$

$$SS'_{pooled} = 17,72$$

- f. Menghitung %Rho (Persen Rasio)

$$Rho\%A = \frac{SS'_A}{SSt}$$

$$Rho\%A = \frac{18,71}{87,63} = 21,35 \%$$

Hasil perhitungan *Pooling up* ditampilkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan *Pooling up*

Sumber	<i>Pooled</i>	SS	DF	MS	<i>F</i> Ratio	SS'	<i>Ratio</i> %
A		20,07	2	10,04	14,73	18,71	21,35
B		16,07	2	8,04	11,79	14,71	16,79
C	Y	4,96	2	2,48			
D		37,85	2	18,93	27,77	36,49	41,64
<i>Error</i>		8,67	18	0,48			
<i>Pooled</i>		13,63	20	0,68	1	17,72	20,22
SSt		87,63	26				
Mean		197,37	1				
SSTotal		285,00	27				

Berdasarkan hasil *Analysis of variance* untuk data variable eksperimen Taguchi *Pooling* yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang memiliki pengaruh signifikan dalam meminimalkan penyimpangan terhadap hasil eksperimen ($F_{Ratio} \geq F_{tabel}$), atau bisa dikatakan faktor-faktor yang mampu memberikan kontribusi paling besar dalam meningkatkan kualitas pengemasan air minum adalah faktor A (Suhu pemanas 1), faktor B (suhu pemanas 2) dan faktor D (Tekanan regulator).

Pada Tabel 4.13 disajikan hasil *Pooling up* akhir dengan faktor yang paling berpengaruh.

Tabel 4.13 Hasil *Pooling Up* Akhir

Sumber	SS	DF	MS	<i>F</i> Ratio	SS'	<i>Ratio</i> %
A	20,07	2	10,04	14,73	18,71	21,35
B	16,07	2	8,04	11,79	14,71	16,79
D	37,85	2	18,93	27,77	36,49	41,64
<i>Pooled</i>	13,63	20	0,68	1,00	17,72	20,22
SSt	87,63	26				
Mean	197,37	1				
SSTotal	285,00	27				

4.7.6 Perhitungan Nilai *Signal To Noise Ratio* (S/N Ratio)

Perhitungan nilai *Signal to Noise Ratio* (S/N Ratio) bertujuan untuk mengetahui faktor- faktor mana saja yang mempengaruhi nilai variansi pada eksperimen ini, SNR yang digunakan pada penelitian ini yaitu SNR – *Smaller the Better* yang memiliki karakteristik semakin kecil semakin baik. Berikut ini adalah langkah – langkah pengujian ANOVA *Signal Noise to Ratio* (SNR).

1. Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (S/N Ratio) Masing – masing Eksperimen

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk eksperimen pertama pada *Signal Noise to Ratio* (SNR).

$$\eta = |-10 \log_{10} (MSD)|$$

$$\eta = |-10 \log_{10} (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2)/n|$$

$$\eta_1 = \left| -10 \log_{10} \frac{(8^2+5^2+7^2)}{3} \right| = 16,63$$

Hasil perhitungan untuk nilai S/N Ratio akan ditampilkan pada Tabel 4.14 dibawah ini.

Tabel 4.14. Perhitungan Nilai S/N Ratio

Eksperimen	Faktor				Hasil			MSD	S/N
	A	B	C	D	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
1	1	1	1	1	8	5	7	46,00	16,63
2	1	2	2	2	3	3	3	9,00	9,54
3	1	3	3	3	2	2	1	3,00	4,77
4	2	1	2	3	2	1	2	3,00	4,77
5	2	2	3	1	4	4	5	19,00	12,79
6	2	3	1	2	2	2	2	4,00	6,02
7	3	1	3	2	2	3	3	7,33	8,65
8	3	2	1	3	1	1	0	0,67	1,76
9	3	3	2	1	2	1	2	3,00	4,77

2. Pembuatan tabel respon *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Faktor A dengan level pertama $(\bar{A1}) = \frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{3}$

Faktor A dengan level pertama $(\bar{A1}) = \frac{(16,63)+(9,54)+(4,77)}{3}$

Faktor A dengan level pertama $(\bar{A1}) = 10,31$

Tabel respon *Signal to Noise Ratio* (SNR) dapat dilihat pada Tabel 4.15.

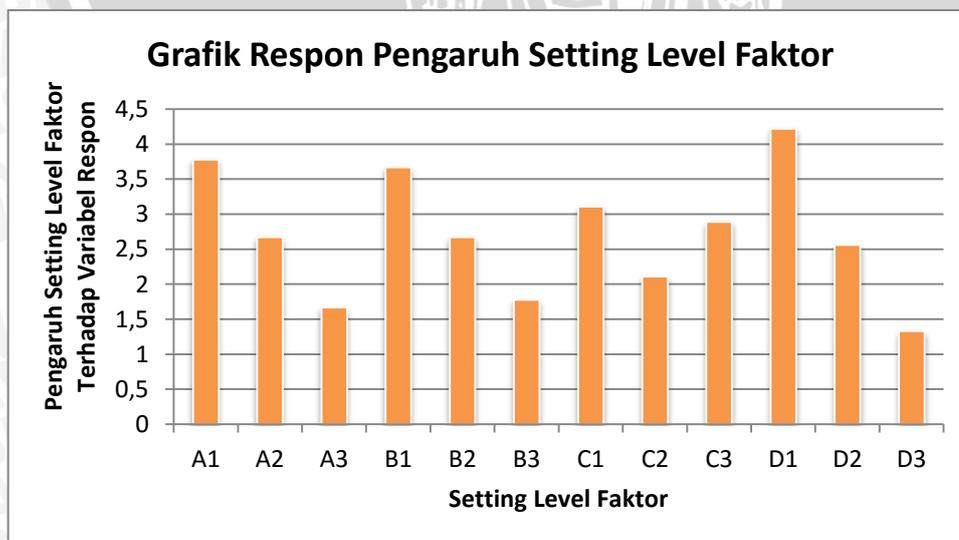
Tabel 4.15 Respon *Signal Noise to Ratio*

Faktor	A	B	C	D
1	10,31	10,02	8,14	11,40
2	7,86	8,03	6,36	8,07
3	5,06	5,19	8,74	3,77
Diff	5,25	2,84	1,77	7,63
Rank	2	3	4	1

Dari Tabel 4.15 respon *Signal Noise to Ratio* tersebut dipilih nilai level faktor yang terkecil pada setiap faktor. Hal tersebut disebabkan karakteristik kualitas yang digunakan adalah semakin kecil semakin baik (*Small The Better*). Maka level faktor yang berpengaruh berdasarkan nilai *signal noise to ratio* adalah faktor A level 3 (Suhu pemanas 1 300 °C), faktor B level 3 (Suhu pemanas 2 300 °C), faktor C level 2 (Lama waktu pemanas 1,3 detik) dan faktor D level 3 (Tekanan regulator 7,5 bar).

4.7.7 Penentuan *Setting Level Optimal*

Pada dasarnya, upaya dalam meningkatkan karakteristik kualitas menggunakan dua cara yaitu mengurangi variansi dan mengatur target sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Ditampilkan pada Tabel 4.5, faktor-faktor eksperimen Taguchi yang digunakan adalah faktor A suhu pemanas 1 (250°C, 275°C, dan 300°C), faktor B suhu pemanas 2 (250°C, 275°C, dan 300°C), faktor C lama waktu pemanasan (1,1 detik, 1,3 detik dan 1,5 detik), faktor D tekanan regulator (6,5 bar, 7 bar dan 7,5 bar). Berdasarkan Tabel respon eksperimen dan tabel respon *S/N Ratio* dapat diketahui *setting level optimal* dari faktor-faktor kontrol, yang memiliki tingkat signifikan tinggi dan kontribusi besar terhadap penurunan jumlah cacat *lid* pada eksperimen ini.

Gambar 4.7 Grafik Respon Pengaruh *Setting Level Faktor*

Dapat dilihat pada Gambar 4.7 grafik respon pengaruh *setting* level faktor, *setting* level faktor yang memiliki pengaruh yang signifikan dan kontribusi besar merupakan *setting* level faktor yang memiliki nilai rata-rata respon terkecil terhadap variabel respon (jumlah cacat *lid*). Dimana, pada level faktor tersebut jumlah cacat *lid* sedikit. Berikut merupakan *setting* level faktor dalam eksperimen Taguchi yang memiliki pengaruh terhadap karakteristik kualitas yang diamati yang dapat dilihat pada Tabel. 4.16.

Tabel 4.16. Perbandingan Pengaruh Faktor-Faktor Dalam Eksperimen Taguchi

Faktor	Pengaruh	Setting Level yang digunakan
A	Signifikan dan Kontribusi besar	A3
B	Signifikan dan Kontribusi kecil	B3
C	Signifikan dan Kontribusi kecil	C2
D	Signifikan dan Kontribusi besar	D3

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa kombinasi level yang optimal yaitu faktor A level 3 (Suhu pemanas 1 300 °C), faktor B level 3 (Suhu pemanas 2 300 °C), faktor C level 2 (Lama waktu pemanas 1,3 detik) dan faktor D level 3 (Tekanan regulator 7,5 bar).

4.7.8 Perkiraan Kondisi dan Selang Kepercayaan

Setelah melakukan perhitungan *setting* level optimum yang telah ditentukan, maka langkah selanjutnya yang ditempuh yaitu membuat perkiraan kondisi optimal untuk meminimalkan jumlah cacat *lid*. Perkiraan *setting* level ini dilakukan dengan cara membandingkan pada hasil eksperimen konfirmasi kedepannya, dimana jika nilai perkiraan dari hasil eksperimen memiliki nilai hampir sama atau mendekati maka dapat disimpulkan bahwa rancangan eksperimen Taguchi sudah memenuhi syarat yang ada. Sedangkan untuk perhitungan selang kepercayaan bertujuan, untuk mengetahui perkiraan dari level faktor prediksi rata-rata proses pada kondisi optimal sesuai level optimal yang didapat.

Berdasarkan hasil dari ANOVA, faktor yang berpengaruh dan mempunyai kontribusi besar untuk meminimalkan cacat *lid* yaitu faktor A3 dan D3. Berikut ini perhitungan perkiraan kondisi optimal dan selang kepercayaan.

1. Perkiraan Kondisi Optimal Dan Selang Kepercayaan untuk Nilai Rata – Rata

Rata – rata cacat seluruhnya *Signal Noise Ratio* (SNR)

$$(\bar{y}) = \frac{(16,63)+(9,54)+(4,77)+\dots+(8,65)+(1,76)+(4,77)}{9} = 7,75$$

2. Perhitungan Selang Kepercayaan Nilai Prediksi Rata – Rata (\bar{y})

$$\mu_{prediksi} = \bar{y} + (\overline{A3} - \bar{y}) + (\overline{D3} - \bar{y})$$

$$\mu_{prediksi} = 7,75 + (5,06 - 7,75) + (3,77 - 7,75)$$

$$\mu_{prediksi} = 1,084$$

3. Perhitungan Selang Kepercayaan Rata-Rata

Berikut ini merupakan perhitungan selang kepercayaan nilai rata – rata

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha.v1.v2} \times MSEe \left| \frac{1}{neff} \right| \right)}$$

Keterangan neff :

$$neff = \frac{\text{total number of experiment}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}}$$

$$neff = \frac{9 \times 3}{DF\mu + DFB + DFD}$$

$$neff = \frac{27}{1 + 2 + 2} = 5,4$$

Maka perhitungan selang kepercayaan sebagai berikut :

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha.v1.v2} \times MS_{pooled} \left| \frac{1}{neff} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0.05.2.22} \times 0,68 \times \left| \frac{1}{5,4} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(3,44 \times 1,99 \times \left| \frac{1}{5,4} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,66$$

Maka selang kepercayaan untuk proses optimal :

$$\mu_{prediksi} - Cl \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + Cl$$

$$1,08 - 0,65 \leq \mu_{prediksi} \leq 1,08 + 0,65$$

$$0,43 \leq \mu_{prediksi} \leq 1,74$$

Pada perhitungan selang kepercayaan, digunakan alpha sebesar 5% atau tingkat kepercayaan 95. Semakin besar tingkat kepercayaan maka semakin detail dan semakin valid data yang akan dihasilkan, dan semakin kecil variansi data atau persebaran data yang ada maka data akan semakin terfokus dan detail.

Hasil perhitungan selang kepercayaan ini nantinya akan digunakan untuk membuktikan apakah hasil eksperimen ini dapat diterima atau ditolak dengan cara membandingkannya dengan hasil perhitungan selang kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi.

4.7.9 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan proses terakhir dalam proses perancangan percobaan, dimana eksperimen konfirmasi dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap *setting* level optimal yang telah ditentukan pada subbab sebelumnya. Untuk percobaan konfirmasi ini dilakukan di lini pengemasan *cup* PT. Setia Kawan Jaya dengan pengamatan terhadap cacat *lid* yang dilakukan setiap satu jam pada *line* 1. Level yang digunakan yaitu faktor A level 3 (Suhu pemanas 1 300⁰C), faktor B level 3 (Suhu pemanas 2 300⁰C), faktor C level 2 (Lama waktu pemanasan 1,3 detik) dan faktor D level 3 (Tekanan regulator 7,5 bar). Tabel 4.17 menunjukkan hasil eksperimen konfirmasi dan perhitungan signal *Noise to Ratio* (S/N Ratio).

Tabel 4.17 Hasil Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen	Hasil		Rata-rata	MSD	SNR
	Replikasi 1	Replikasi 2			
1	1	1	1,00	1,00	0,00
2	1	0	0,50	0,50	3,01
3	0	2	1,00	2,00	3,01
4	1	0	0,50	0,50	3,01
5	1	1	1,00	1,00	0,00
6	0	1	0,50	0,50	3,01
7	0	0	0,00	0,00	0,00
8	1	0	0,50	0,50	3,01
9	0	0	0,00	0,00	0,00
10	0	1	0,50	0,50	3,01
11	0	0	0,00	0,00	0,00
12	0	2	1,00	2,00	3,01

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *SNR- Smaller the Better* rata-rata dari 12 eksperimen konfirmasi yang dilakukan.

$$\eta_1 = \left| -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \right|$$

$$\eta_1 = \left| -10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{12} x(1^2 + 1^2 + 1^2 + \dots + 0^2 + 0^2 + 2^2) \right\} \right|$$

$$\eta_1 = 1,51$$

Maka nilai rata-rata SNR – *Smaller The Better* adalah sebesar 1,51. Setelah didapatkan data diatas maka langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis hingga mendapat nilai selang kepercayaan untuk dibandingkan dengan selang kepercayaan pada kondisi optimal.

4.7.10 Selang Kepercayaan Eksperimen Konfirmasi

Tujuan dari selang kepercayaan adalah untuk membuat suatu perkiraan dari level-level faktor. Untuk selang kepercayaan sendiri akan dibandingkan antara selang kepercayaan optimal dengan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah percobaan ini diterima atau ditolak kevalidasiannya dengan cara membandingkan dalam bentuk grafik. Berikut ini merupakan perhitungan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi.

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v_1, v_2} \times MSE_e \left| \frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05, 2, 22} \times 0,68 \times \left| \frac{1}{5,4} + \frac{1}{12} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(3,44 \times 0,68 \times \left| \frac{1}{5,4} + \frac{1}{12} \right| \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,62$$

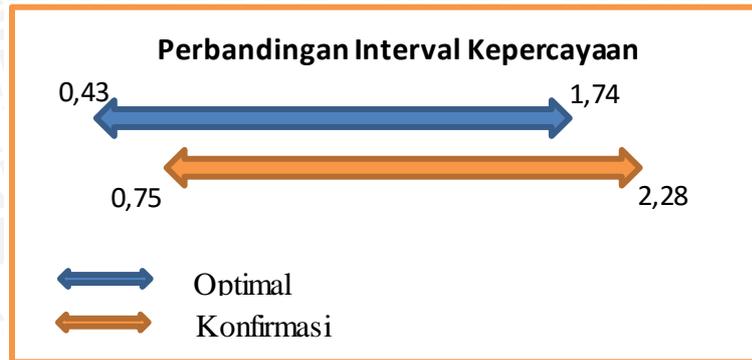
Maka selang kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi :

$$\mu_{prediksi} - Cl \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + Cl$$

$$1,51 - 0,62 \leq \mu_{prediksi} \leq 1,51 + 0,62$$

$$0,89 \leq \mu_{prediksi} \leq 2,13$$

Setelah perhitungan selang kepercayaan pada eksperimen konfirmasi, maka tahap selanjutnya adalah membandingkan selang kepercayaan optimal dengan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.8 Perbandingan Interval Kepercayaan Optimal dan Konfirmasi

Dari Gambar 4.8 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan karena pada perbandingan interval kepercayaan menjelaskan bahwa hasil eksperimen konfirmasi masih bersinggungan dengan interval hasil optimal. Sehingga eksperimen Taguchi dapat diproduksi dan di-*setting* level optimal dapat dijadikan acuan dalam proses pengemasan air minum dalam kemasan PT. Setia Kawan Jaya.

4.8 Analisis Data dan Pembahasan

Permasalahan yang kini dihadapi oleh PT. Setia Kawan Jaya adalah banyaknya cacat yang terjadi pada proses pengemasan air minum dalam kemasan yang mencapai 0,33% dimana cacat yang terjadi melebihi standart yang ditetapkan oleh manajemen yaitu 0,15%. Cacat yang yang paling tinggi atau yang paling sering terjadi adalah cacat *lid* yang mencapai 0,25%. Cacat *lid* pada proses pengemasan *cup* yang terjadi pada setiap *line*-nya berbeda walaupun menggunakan mesin yang sama.

Setelah melakukan identifikasi dengan menggunakan *metode Failure Modes and Effect Analysis* dan metode Taguchi, selanjutnya akan dilakukan pembahasan atas identifikasi yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pengemasan air minum dalam kemasan dengan mengurangi jumlah cacat *lid* pada proses pengemasan yang ada. Pembahasan yang dilakukan meliputi masalah yang dihadapi dan kondisi aktual perusahaan, penentuan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas *lid*, hasil penerapan metode *Taguchi* yang diinterpretasikan melalui tabel respon, tabel ANOVA dan tabel *pooling up*, serta kondisi akhir serta penerapan *setting* level optimal.

4.8.1 Identifikasi Faktor Penyebab Jenis Cacat Lid Menggunakan Fishbone Diagram

Sebelum melakukan identifikasi faktor penyebab berpengaruh dengan metode FMEA, terlebih dahulu mengidentifikasi sebab akibat dari setiap jenis cacat lid menggunakan fishbone diagram. Penggunaan dari fishbone diagram ini bertujuan untuk mempermudah dalam analisis FMEA dan mengetahui faktor-faktor penyebab yang sering kali mengakibatkan cacat pada lid. Pada cacat bocor lid, faktor waktu pemanas yang terlalu lama atau kurang, volume air yang terlalu banyak dan suhu pemanas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, merupakan faktor yang paling sering terjadi. Dimana faktor penyebab waktu pemanasan dan suhu pemanas berpengaruh terhadap merekat atau tidaknya lid pada mulut cup dan lelehnya lid sehingga menimbulkan rongga pada lid. Selain itu faktor penyebab banyak volume air mengakitnya air menggenang pada mulut lid sehingga lid tidak dapat melekat pada mulut cup.

Pada jenis cacat lid tanpa cup, faktor cup terlalu rekat dan kesalahan setting tekanan pada regulator merupakan faktor yang sering menyebabkan terjadi cacat ini dikarenakan kurangnya tekanan dapat mengakibatkan sisir dispensir tidak mampu menyisir cup dan cup tidak jatuh pada bucket. Sehingga, proses pengemasan dilakukan tanpa adanya cup pada bucket.

Sedangkan pada jenis cacat lid cutting tidak rapi, faktor cutter tumpul dan selisih jarak antar bucket tidak sama merupakan faktor yang sering menyebabkan terjadi cacat ini. Dan pada jenis cacat lid miring, faktor patten correcting miring, patten correcting tidak interlock merupakan cacat yang sering mengakibatkan lid miring. Selanjutnya, faktor-faktor penyebab tersebut diidentifikasi menggunakan metode FMEA dan dianalisis kembali untuk menentukan faktor-faktor yang akan digunakan dalam eksperimen Taguchi.

4.8.2 Identifikasi Faktor Menggunakan Failure Modes And Effect Analysis

Perencanaan metode FMEA ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab yang paling berpengaruh terhadap kualitas lid yang nantinya akan dijadikan sebagai faktor pada eksperimen Taguchi. Sebelum melakukan identifikasi faktor penyebab berpengaruh dengan metode FMEA, terlebih dahulu mengidentifikasi sebab akibat dari setiap jenis cacat lid menggunakan fishbone diagram. Penggunaan dari fishbone diagram ini bertujuan untuk mempermudah dalam mengidentifikasi FMEA dan mengetahui faktor-faktor penyebab yang sering kali mengakibatkan cacat pada lid. Faktor-faktor penyebab tersebut

adalah waktu pemanasan terlalu lama, waktu pemanasan terlalu cepat, suhu pemanas terlalu tinggi, suhu pemanas terlalu rendah, *volume* air terlalu banyak, tekanan regulator kurang, penataan *cup* terlalu rekat, *cutter* tumpul, selisih jarak *bucket* berbeda, *patten correcting* miring, dan *patten correcting* tidak *interlock*. Selanjutnya, faktor-faktor penyebab tersebut analisis menggunakan metode FMEA.

Pada FMEA perlu dilakukan identifikasi faktor penyebab cacat *lid*, dampak dari faktor tersebut, penyebab dari faktor tersebut, dan proses kontrol diikuti dengan melakukan pembobotan pada nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk dapat menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dari hasil metode FMEA didapatkan 6 faktor penyebab cacat yang paling berpengaruh dengan nilai RPN tertinggi yaitu tekanan regulator kurang dengan nilai RPN 280, penataan *cup* terlalu rekat dengan nilai RPN 240, suhu pemanas terlalu tinggi dengan nilai RPN 210, suhu pemanas terlalu rendah dengan RPN 120, waktu pemanasan terlalu cepat dengan nilai RPN 120 dan waktu pemanasan terlalu lama dengan RPN 120.

Dari kelima faktor penyebab paling berpengaruh yang teridentifikasi, didapatkan 3 faktor yang dapat digunakan dalam eksperimen Taguchi. Faktor tersebut adalah tekanan regulator, suhu pemanas dan waktu pemanasan. Dari masing-masing faktor tersebut dianalisis lebih lanjut lagi terkait level faktor yang akan digunakan dalam desain eksperimen Taguchi, adapun hasil level faktor yang didapatkan yaitu faktor A suhu pemanas 1 (250°C, 275°C, dan 300°C), faktor B suhu pemanas 2 (250°C, 275°C, dan 300°C), faktor C lama waktu pemanasan (1,1 detik, 1,3 detik dan 1,5 detik), faktor D tekanan regulator (6,5 bar, 7 bar dan 7,5 bar).

4.8.3 Perhitungan *Analysis of Variance* Nilai Rata-Rata

Sebelum dilakukan eksperimen Taguchi, PT. Setia Kawan Jaya menentukan *setting* level parameter produksinya berdasarkan ilmu yang sudah ada. Dimana *setting* level yang digunakan sebelum melakukan eksperimen Taguchi adalah suhu pemanas 1 (270°C), suhu pemanas 2 (270°C), lama waktu pemanasan (1,15 detik) dan tekanan regulator (6,5 bar). Hasil dari tabel ANOVA untuk nilai rata-rata sebelum dilakukan *pooling* menunjukkan bahwa semua faktor faktor A (suhu pemanas 1), faktor B (suhu pemanas 2), faktor C (lama waktu pemanasan), faktor D (tekanan regulator) mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon (jumlah cacat *lid*) karena nilai *F-Ratio* lebih besar dibandingkan dengan nilai *F-Tabel* ($F_{0,05, 2,8} = 3,55$). Setelah didapatkan hasil perhitungan ANOVA yaitu untuk mengetahui faktor yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap variabel

respon, langkah selanjutnya adalah *pooling up* dengan menggunakan separuh derajat kebebasan pada *orthogonal array* yaitu dua faktor terkontrol. Karena pada perhitungan ANOVA semua faktor mempunyai pengaruh yang signifikan maka pada *pooling up* diambil 1 faktor yang mempunyai tingkat signifikansi yang paling kecil yaitu faktor C (lama waktu pemanasan). Hasil *pooling up* menunjukkan bahwa persen kontribusi *error* adalah sebesar 20,22% yang berarti bahwa semua faktor yang signifikan dalam eksperimen mempengaruhi nilai rata-rata sudah cukup dimasukkan dalam eksperimen dan sudah sesuai dengan metode Taguchi yaitu persen kontribusi diharapkan mempunyai nilai $\leq 50\%$.

4.8.4 Perhitungan Analisis Nilai *Signal To Noise Ratio* (S/N Ratio)

Perhitungan ANOVA nilai *S/N Ratio* digunakan untuk pemilihan *setting* level optimal dari level faktor yang digunakan dalam eksperimen. Besar persen kontribusi *error* pada perhitungan ANOVA sebesar 14,29% atau $\leq 50\%$ yang menunjukkan bahwa semua faktor yang signifikan mempengaruhi variansi sudah dimasukkan dalam eksperimen ini. Dari hasil persen kontribusi ANOVA setelah *pooling* menandakan bahwa eksperimen ini telah memenuhi persyaratan untuk memperhitungkan nilai rata-rata optimumnya.

Setelah dilakukan perhitungan ANOVA nilai rata-rata dan SNR dapat diketahui *setting* level optimal yang terpilih. Dalam eksperimen ini *setting* level optimal yang terpilih yaitu faktor A level 3 (Suhu pemanas 1 300 °C), faktor B level 3 (Suhu pemanas 2 300 °C), faktor C level 2 (Lama waktu pemanas 1,3 detik) dan faktor D level 3 (Tekanan regulator 7,5 bar).

4.8.5 Perkiraan Kondisi Optimal dan Selang Kepercayaan

Untuk perhitungan selang kepercayaan nilai rata-rata proses optimal $0,43 \leq \mu_{prediksi} \leq 1,74$. Hal ini menunjukkan apabila faktor dan level yang telah didapatkan dari hasil Taguchi diterapkan pada proses pengemasan air minum dalam kemasan di PT. Setia kawan Jaya, jumlah cacat dapat berkurang antara $0,43 \approx 0$ sampai $1,74 \approx 2$ *cup* sehingga menurunkan cacat pengemasan dari 0,33% menjadi 0,18%.

4.8.6 Analisis Selang Kepercayaan Eksperimen Konfirmasi

Dari hasil perhitungan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata menunjukkan nilai selang konfirmasi sebesar $0,75 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 2,28$. Hal ini menunjukkan bahwa ketika faktor dan level

diterapkan pada proses pengemasan air minum dalam kemasan di PT. Setia Kawan Jaya maka jumlah cacat yang dapat ditekan adalah berkisar $0,75 \approx 1$ dan $2,28 \approx 2$ cup.

Seperti yang telah ditampilkan pada Gambar 1.1, dengan *setting* level yang digunakan oleh perusahaan sekarang, tingkat cacat masih berada diatas standart yang ditetapkan manajemen perusahaan. Oleh karena itu, untuk meminimasi cacat yang ada, perusahaan disarankan menggunakan *setting* level yang telah didapatkan dari hasil eksperimen Taguchi. Beberapa cara agar perusahaan dapat mencapai *setting* level optimal adalah dengan melakukan pemeriksaan sebelum proses pengemasan. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya gangguan pada mesin ketika proses pengemasan. Pemeriksaan dilakukan oleh operator seperti kebersihan sisir dispenser dari serbuk plastik *cup* dan pengecekan rantai *bucket* pada setiap sisinya. Selain itu, melakukan pergantian komponen secara berkala yang dilakukan secara merata pada seluruh *line* seperti elemen pemanas dan pisau *cutter*. Melakukan perawatan secara berkala terhadap mesin juga perlu diperhatikan, terlebih lagi pada *double acting cylinder*. Dimana *double acting cylinder* sering mengalami kebocoran udara, yang diakibatkan oleh pemakaian yang lama atau aus sehingga menyebabkan kerusakan pada *seal*. Untuk mengurangi atau mencegah hal tersebut perlu pemberian pelumas pada lubrikator untuk mengurangi pergesekan dalam silinder. Selain itu melakukan pengecekan tekanan *input* dan *output* pada *port double acting cylinder* dengan menggunakan manometer untuk mendeteksi terjadinya kebocoran sehingga mencegah kerusakan lebih parah pada *double acting cylinder*.