

**Peningkatan Kualitas Produksi dengan Penerapan
Desain Eksperimen Shainin di PT. XYZ**

Audia Laila Maulita Sari

Jurusan Teknik Industri / Fakultas Teknik, Universitas Surabaya

Raya Kalirungkut, Surabaya 60293, Indonesia

E-mail: audi.maulita@gmail.com

Abstrak –Tingginya persentase *reject* karena cacat selama proses produksi di PT. XYZ, mendorong peneliti untuk melakukan desain eksperimen dengan metode *Shainin*. Metode *Shainin* diawali dengan pengujian *multi-vari* untuk melihat penyebaran proporsi cacat berdasarkan kelompok *time to time*, *unit to unit* dan *within unit*. Pengujian menunjukkan hasil yang signifikan pada ketiga kelompok (grup A, C, D di *shift* 3 dan *capper* 1, 2). Selanjutnya, pengujian *concentration chart* menunjukkan lokasi cacat berulang pada pada grup A dan grup C di *capper* 1 dan 2. Hasil pengujian *paired comparison* menunjukkan *band torque* sebagai *Red X* dan *seal torque* sebagai *Pink X*. Sedangkan hasil *product/process search* menunjukkan *pressure* pengeringan *closing cone* sebagai *Red X* dan *low pressure lifting* sebagai *Pink X*. Keempat pengujian yang dilakukan terhadap faktor-faktor tersebut menunjukkan adanya interaksi sehingga pada tahapan selanjutnya dilakukan *response surface*. Dari hasil *response surface* diperoleh bahwa nilai untuk meminimumkan *Green Y* pada *setting* parameter *low pressure lifting* sebesar 3,5-4,0 bar, *pressure* pengeringan *closing cone* sebesar 2,1-3,0 bar, *band torque* sebesar 8,8-10,9 Lb.in dan *seal torque* sebesar 6,0-7,5 Lb.in.

Kata kunci: Desain Eksperimen, Metode *Shainin*, Produk AMDK

Abstract- The high percentage of rejects due to defects during the production process in P T. XYZ, encouraged the researcher to design experiments using Shainin method. Shainin method begins with multi-vary testing to see the spread of rejected products proportion based on *time to time*, *unit to unit* and *within unit* groups. The tests performed showed significant gains in all three groups (A, C, and D groups in the 3rd shifts and capper 1, 2). Furthermore, concentration chart testing shows the location of defects that recur in group A and the group C on capper 1 and capper 2. Paired comparison testing results indicate torque band as Red X and seal torque as Pink X. Moreover, the results of product / process search shows pressure drying closing cone as Red X and low pressure lifting as Pink X. The four tests performed on these factors indicate interaction so that response surface can be performed. Thus, it was obtained that the value to minimize Green Y on low pressure lifting of parameter setting was 3.5-4.0 bar, closing cone of drying pressure was 2.1 to 3.0 bar, the torque band was 8.8 to 10, 9 Lb.in and seal torque was 6.0-7.5 Lb.in.

Keywords: Experimental Design, *Shainin* Method, Drinking Water Products

PENDAHULUAN

Persaingan pada industri air minum dalam kemasan (AMDK) saat ini semakin ketat karena banyaknya produk AMDK yang bermunculan. Dengan adanya persaingan ini, perusahaan dituntut untuk memberikan produk yang berkualitas kepada konsumen. Hal ini menjadi acuan bagi industri air minum dalam kemasan (AMDK) untuk mengelola perusahaan lebih baik dan meningkatkan standar kualitas.

PT. XYZ telah menggunakan mesin berteknologi canggih pada proses produksinya. Proses produksi pertama dilakukan oleh mesin *blowing* dimana media *preform* didapatkan dari *supplier* akan di oven pada suhu tertentu dan diberi tekanan udara untuk membentuk botol. Pada proses *blowing* terdapat beberapa klasifikasi *reject* yang dihasilkan meliputi cacat dengan botol tipis, botol melipat, botol dengan warna lain, *bottom* botol, botol gelang, botol bocor, cacat pada mulut botol, dan botol bergaris. Selanjutnya botol yang sudah terbentuk akan didorong oleh *air conveyor* masuk ke dalam mesin *filling*. Pada mesin *filling* terjadi proses pengisian air dan pemberian tutup. Tutup didapatkan dari *supplier* dan dari proses *filling* menghasilkan beberapa klasifikasi *reject* meliputi tutup cacat, tutup putus, tutup melipat dalam, tutup melipat luar, tutup miring, tutup kurang rapat, tanpa tutup, volume kurang, dan kotor air. Kemudian dilakukan proses pelabelan dan pengemasan dari proses ini dihasilkan beberapa klasifikasi *reject* diantaranya *reject* label dari supplier, *reject* label proses, *reject box* supplier dan *reject box* proses.

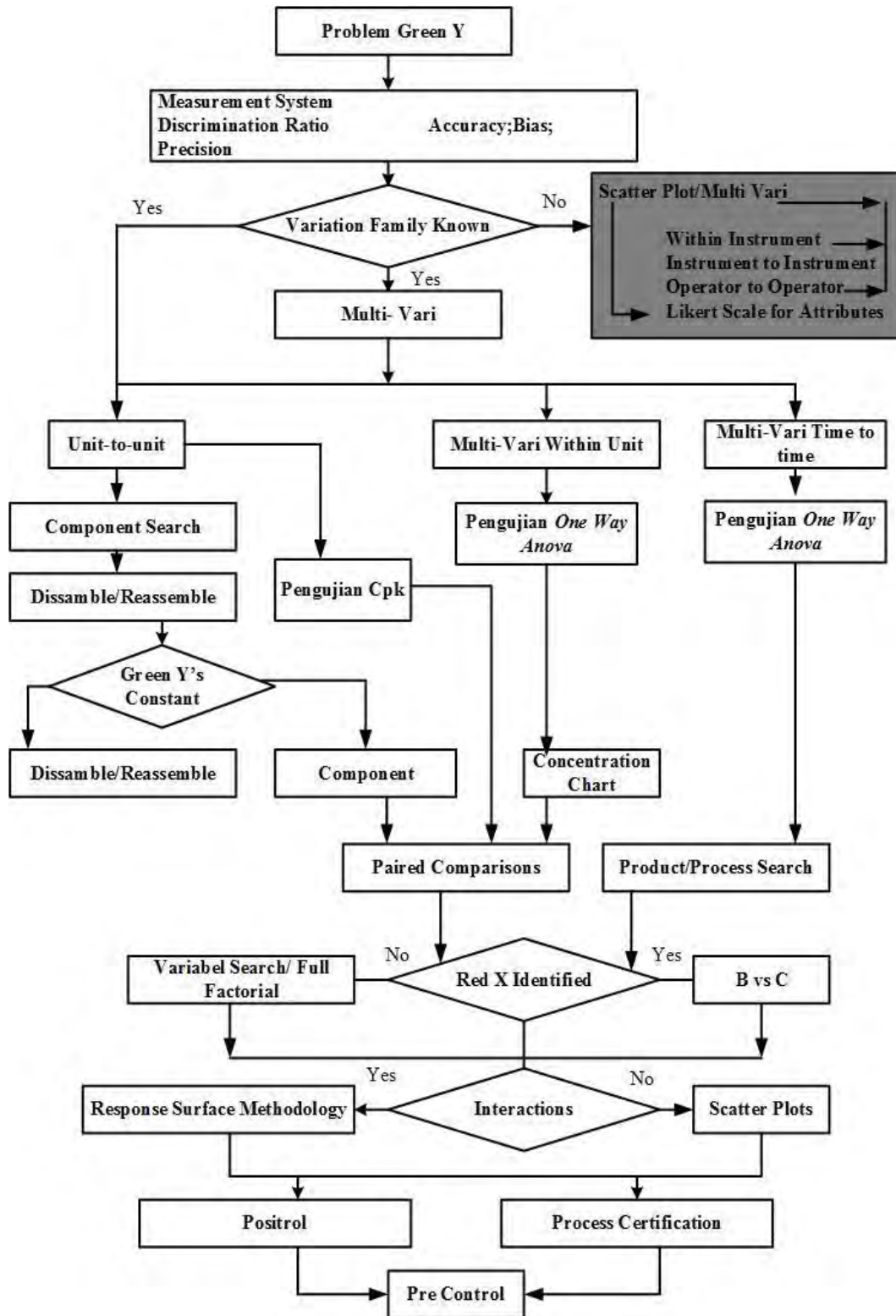
Cacat yang terjadi di PT. XYZ mengakibatkan semakin meningkatnya biaya produksi yang ditanggung perusahaan, karena barang cacat harus *reject* dan tidak dapat digunakan kembali. Seringkali, produk cacat yang dihasilkan berasal dari kesalahan *setting* mesin yang dilakukan operator kurang optimal. Persentase *reject* pada bulan Juli sebesar 1,78% lebih besar 1,28% dari target yang diberikan oleh perusahaan sebesar 0,5%. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikumpulkan data jenis cacat yang ada di laintai produksi untuk mengurangi kerugian yang dialami perusahaan karena jumlah produk yang harus *reject*.

Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode penelitian yang dapat memberikan solusi bagi masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Salah satu metode yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan desain eksperimen *Shainin* karena memiliki kelebihan dibanding metode lainnya (Bothe, 2000), dalam penentuan parameter-parameter proses dilakukan secara optimum dan lebih detail, tidak menggunakan dugaan melainkan menguji dari “*talking to the parts*”, implementasi eksperimen singkat hanya membutuhkan waktu 1 hari sampai 3 minggu, validitas statistik kuat dan memiliki pembagian yang jelas antara efek interaksi dan efek utama.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian untuk mengidentifikasi jenis cacat yang ada di rantai produksi dan mengetahui persentase cacat yang paling tinggi, mengidentifikasi penyebab cacat yang ada di rantai produksi, dan melakukan perbaikan untuk mengurangi jumlah produk cacat dengan desain eksperimen *Shainin*.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan laporan penelitian, dibutuhkan struktur dan tahapan-tahapan yang jelas, sehingga dapat sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan yang hendak dicapai. Pada Gambar 1 ditunjukkan tahapan dalam melakukan desain eksperimen *Shainin*. Penelitian akan dilakukan di area produksi air minum dalam kemasan 600ml. Pengambilan data dilakukan pada ketiga grup yakni grup A, B, C, dan D di *shift* 1, *shift* 2, dan *shift* 3 dengan melihat frekuensi *reject* yang dihasilkan. Selain itu, data *setting* parameter mesin yang berhubungan dengan produk yakni *seal torque*, *band torque*, dan parameter yang berhubungan dengan proses air yakni *low pressure lifting*, *pressure pengeringan closing cone*, dan kecepatan mesin.



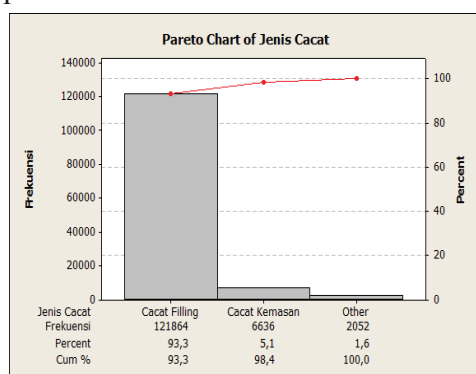
Gambar 1 Kerangka Berpikir *Shainin*

HASIL DAN PEMBAHASAN

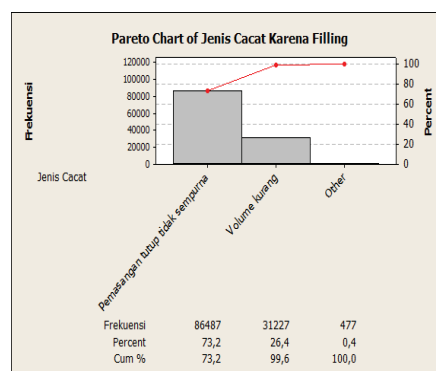
Setelah dilakukan pengumpulan data untuk frekuensi *reject shift* kerja, grup kerja, serta setting parameter mesin untuk *low pressure lifting*, *pressure pengeringan closing cone*, kecepatan mesin, *seal torque*, dan *band torque*. Langkah selanjutnya akan dibahas penerapan desain eksperimen *Shainin*. Berikut ini hasil dari pengolahan data:

1. Identifikasi *Green Y*

Langkah awal yang harus dilakukan adalah identifikasi *Green Y* (masalah yang akan dipecahkan). Berdasarkan hasil observasi dapat diketahui bahwa cacat yang ada di perusahaan disebabkan karena mesin *filling*, mesin *blowing* dan cacat karena kemasan. Data historis frekuensi cacat pada bulan Juli 2016 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pareto klasifikasi cacat



Gambar 3. Pareto pemasangan tutup tidak sempurna

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa cacat tertinggi disebabkan karena mesin *filling* sebesar 93,3%. Cacat karena *filling* terdiri dari beberapa klasifikasi cacat seperti cacat karena pemasangan tutup yang tidak sempurna, cacat karena volume kurang, cacat kotor air, cacat botol penyok tanpa tutup, dan cacat botol penyok dengan tutup. Hasil dari penghitungan jumlah jenis cacat karena *filling* pada bulan Juli 2016 dapat dilihat pada gambar 3, cacat tertinggi sebesar 73,2% dikarenakan pemasangan tutup yang tidak sempurna. Sehingga dapat disimpulkan bahwa permasalahan yang ada di perusahaan dikarenakan pemasangan tutup yang tidak sempurna.

Tabel 1 Hasil Perhitungan FMEA

<i>Mode of Failure</i>	<i>Effect of Failure</i>	S	<i>Cause of Failure</i>	O	<i>Current Process Control</i>	D	RPN
Tutup Putus	Produk akan di <i>reject</i>	8	Material tutup dari supplier, <i>setting low pressure lifting, pressure pengeringan closing cone</i> .kecepatan mesin	7	Melakukan pengecekan pada material yang dikirimkan dari supplier dan melakukan <i>setting</i> parameter mesin <i>filling</i>	4	224
Tutup Melipat	Produk akan di <i>reject</i>	8	Tutup dimensi cacat, <i>setting low pressure lifting, pressure pengeringan closing cone</i> .kecepatan mesin	8	Melakukan <i>setting</i> parameter pada mesin <i>filling</i>	4	256
Tutup Miring	Produk akan di <i>reject</i>	8	Tutup dimensi cacat, <i>setting parameter low pressure lifting, pressure pengeringan closing cone</i> . Kecepatan mesin	9	Melakukan <i>setting</i> parameter pada mesin <i>filling</i>	4	288
Tutup Kurang Rapat	Produk akan di <i>reject</i>	8	<i>Setting</i> parameter <i>low pressure lifting, pressure pengeringan closing cone</i> . Kecepatan mesin	7	Melakukan <i>setting</i> parameter pada mesin <i>filling</i>	3	168
Tanpa Tutup	Produk akan di <i>reject</i>	8	<i>Ejector capper</i> tidak berfungsi, tutup telat di rel, <i>setting</i> parameter <i>low pressure lifting, pressure pengeringan closing cone</i> . Kecepatan mesin	10	Melakukan <i>setting</i> parameter pada mesin <i>filling</i>	4	320

2. Skala Likert

Green Y (pemasangan tutup tidak sempurna) di PT. XYZ termasuk dalam data atribut (*go/no go*) sehingga perlu dilakukan transformasi menjadi data dengan membuat skala *Likert* (1-5) dengan skala 1 untuk jenis cacat tidak terlalu buruk

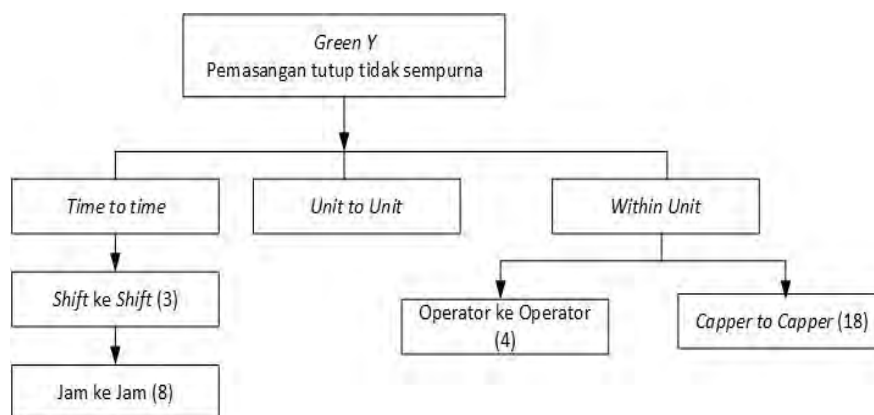
dan skala 5 untuk jenis cacat sangat jelek. Pemberian nilai *Likert* dilakukan dengan menggunakan konsep FMEA yang merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah proses produksi. Berdasarkan hasil perhitungan RPN dalam FMEA dapat dilihat pada Tabel 1 dan hasil dari Skala *Likert* pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Skala *Likert* Pemasangan Tutup

Skala	Pemasangan tutup tidak sempurna	RPN
1	Tutup Kurang Rapat	168
2	Tutup Putus	224
3	Tutup Melipat	256
4	Tutup Miring	288
5	Tanpa Tutup	320

3. Tahap *Multi-Vari*

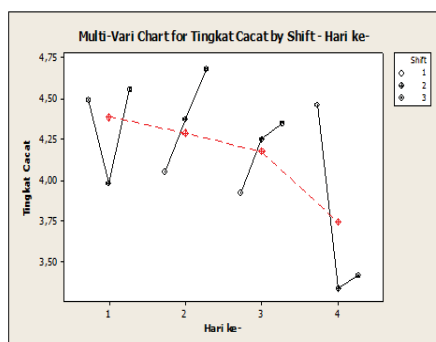
Langkah awal dari desain eksperimen *Shainin* bertujuan untuk mengurangi sejumlah besar ketidakterkaitan, penyebab yang tidak dapat dikendalikan yang dibagi dalam sekelompok kecil penyebab dan keterkaitannya diukur dari *time to time*, *unit to unit* dan *within unit* seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.



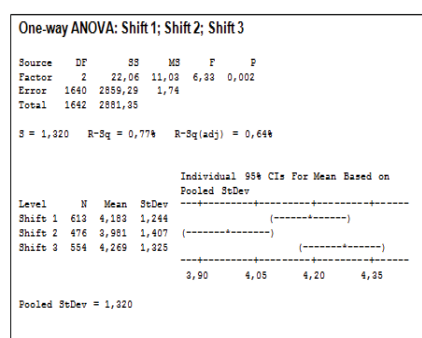
Gambar 4. Pengelompokan Perencanaan *Multi-Vari*

Pengujian pertama dilakukan pada pengelompokan berdasarkan *time to time* di *shift* kerja. PT. XYZ dibagi menjadi 3 *shift* kerja yakni *shift* 1 pada jam 06.00-02.00, *shift* 2 pada jam 02.00-22.00 dan *shift* 3 pada jam 22.00-06.00. Pengolahan data akan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab dengan membuat

grafik *Multi-Vari* yang ditunjukkan pada gambar 4 dan pengujian statistik dengan *one way ANOVA* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. *Multi-Vari Chart* shift kerja pada *time to time*



Gambar 5. Hasil pengujian *one way ANOVA* berdasarkan *shift* kerja pada *time to time*

Hipotesis sebelum dilakukan pengujian *Multi-Vari time to time* pada *shift* kerja adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antar *shift* kerja

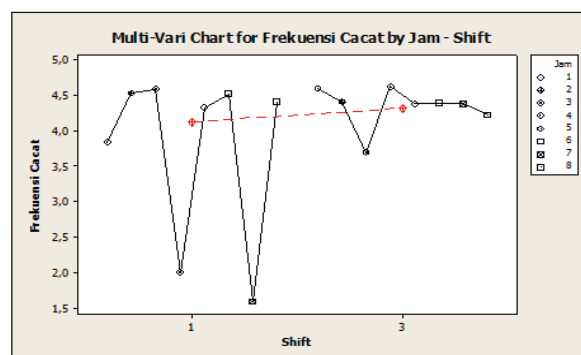
H_1 : Ada perbedaan yang signifikan antar *shift* kerja

Berikut adalah statistik uji dari pengujian *one way ANOVA*:

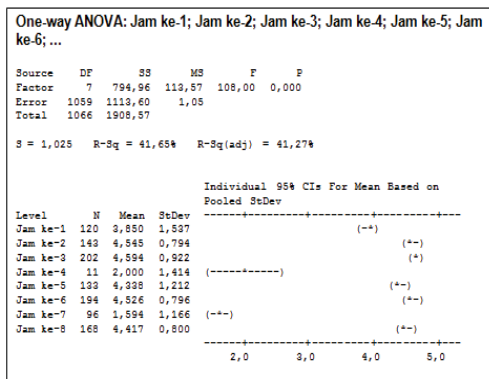
Tolak H_0 jika P-value < 5%

Hasil dari pengujian *one way ANOVA* didapatkan bahwa *P-value* sebesar $0,002 < 0,05$ yang artinya tolak H_0 . Hal ini menunjukkan ada perbedaan signifikan pada *shift* kerja di PT. XYZ. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bahwa *Multi-Vari* antar *shift* signifikan di *shift* 1 dan 3.

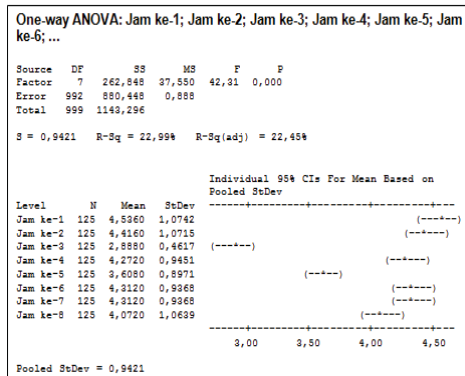
Pengujian selanjutnya dilakukan pada jam kerja, pengujian dilakukan untuk melihat apakah ada pengaruh *pitstop* dan untuk melihat tingkat cacat pada setiap jamnya.



Gambar 6. *Multi-Vari Chart* jam kerja pada *time to time*



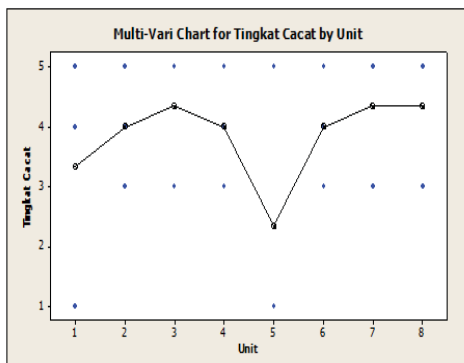
Gambar 7. Hasil pengujian *one way ANOVA* jamkerja pada *shift 1*



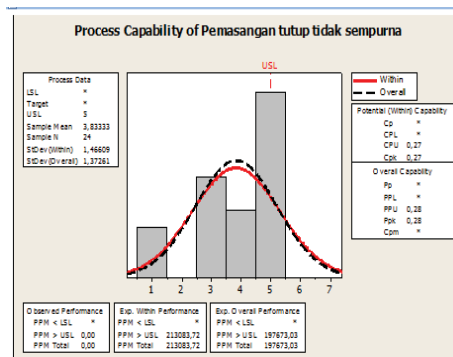
Gambar 8. Hasil pengujian *one way ANOVA* jam kerja pada *shift 3*

Hasil dari pengujian *one way ANOVA* didapatkan bahwa *P-value* sebesar $0,000 < 0,05$ yang artinya tolak H_0 . Hal ini menunjukkan ada perbedaan signifikan pada jam kerja di PT. XYZ pada *shift 1* dan *shift 3*. Selanjutnya dari pengujian *time to time* yang signifikan akan dilanjutkan pada pengujian *Product/Process Search* untuk mengidentifikasi *Red X* dengan mengambil data pada *shift 1* pada semua jam kerja kecuali di jam ke-4 dan jam ke-7. Sementara pada *shift 3* diambil data pada jam ke-1 dan jam ke-2.

Pengelompokan kedua berdasarkan *unit to unit* dilakukan dengan mengambil sampel produk tiap unit, pada setiap unit diambil 3 sampel produk. Pengolahan dengan menggunakan Minitab 16 dengan menggunakan *Multi-Vari* yang ditunjukkan pada gambar 9 dan pengujian statistik dengan C_{pk} dapat dilihat pada gambar 10.



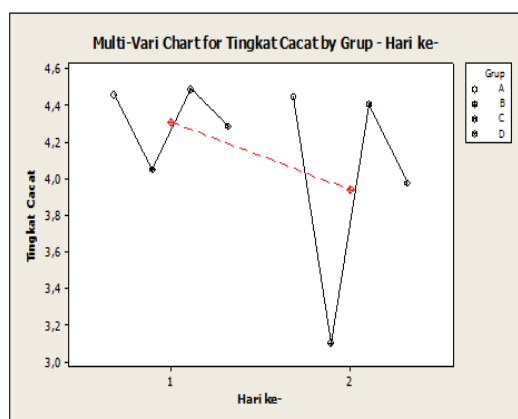
Gambar 9. *Multi-Vari Chart unit to unit*



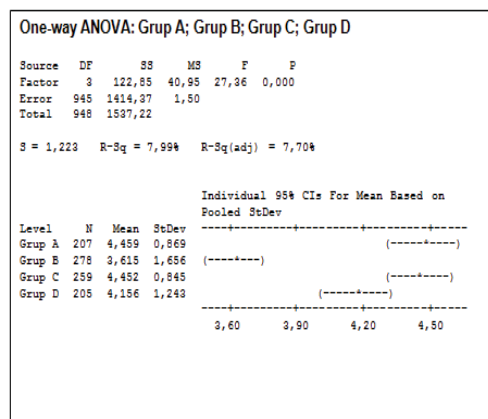
Gambar 10. Hasil pengujian C_{pk} *unit to unit*

Pada grafik *Multi-Vari Chart* pada *unit to unit* dapat dianalisis bahwa tingkat cacat pada produk pada setiap unitnya memiliki variasi yang signifikan. Pengujian dilakukan dengan melihat hasil dari C_{pk} karena belum diketahui faktor yang berpengaruh. didapatkan $C_{pk} 0,27 < 1$ yang menunjukkan ada perbedaan atau variasi yang signifikan dari unit ke unit. Sehingga penelitian akan di lanjutkan pada tahap *Paired Comparison*.

Pengujian ketiga dilakukan berdasarkan pengelompokan *within unit* pada grup A, B, C, dan D. Pengolahan dengan menggunakan Minitab 16 dengan menggunakan *Multi-Vari Chart* yang ditunjukkan pada Gambar 11 dan pengujian statistik *one way ANOVA* dengan dapat dilihat pada Gambar 12.

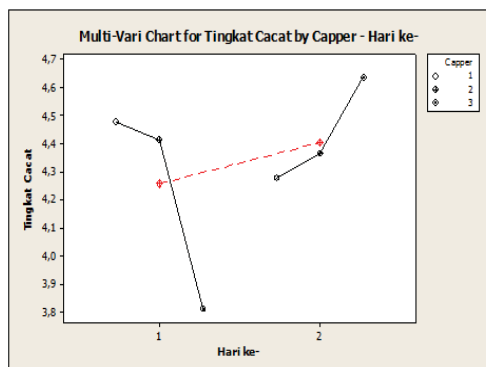


Gambar 11. *Multi-Vari Chart* grup kerja pada *within unit*

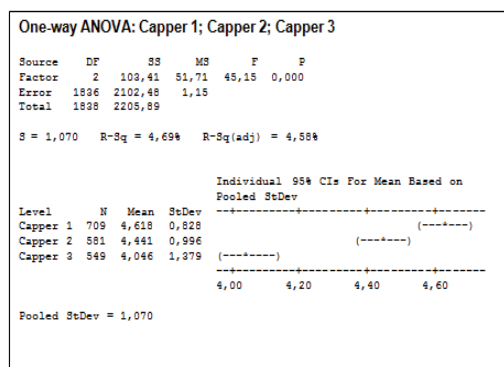


Gambar 12. Hasil pengujian *one way ANOVA* jam kerja pada grup

Pada proses produksi di mesin *filling* terdapat 18 *capper* yang berfungsi untuk memutar *cap* dan mengatur *torque* pada tutup. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan melihat *setting* parameter dengan mengambil sampel pada 3 *capper*. Hasil pengolahan data *Multi-Vari Chart* berdasarkan *capper* dapat dilihat dari Gambar 13 dan pengujian statistik *one way ANOVA* dengan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 13. Multi-Vari Chart capper pada within unit



Gambar 14. Hasil pengujian one way ANOVA jam kerja pada capper

Hasil dari pengujian *one way ANOVA* yang dapat dilihat di Gambar 14 menunjukkan nilai *P-value* sebesar $0,00 < 0,05$. Hal ini berarti H_0 ditolak karena ada perbedaan yang signifikan pada *capper*.

Setelah melakukan pengujian *Multi Vari Chart* pada *Time to Time*, *Within Unit* dan *Unit to Unit* maka dapat dilihat rekapitulasinya pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan adanya hasil pengujian yang signifikan terhadap semua kelompok variasi. Berdasarkan signifikansi hasil pengujian maka tahapan selanjutnya dapat dilakukan sesuai dengan prosedur *Shainin*.

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil *Multi-Vari*

Kelompok Variasi	Hasil Pengujian	Tahapan Selanjutnya
<i>Time to Time</i>	<i>Shift Kerja</i>	Signifikan
	<i>Jam Kerja</i>	Signifikan
<i>Within Unit</i>	<i>Antar Grup</i>	Signifikan
	<i>Antar Capper</i>	Signifikan
<i>Unit to unit</i>	<i>Antar Unit</i>	Signifikan

4. *Concentration Chart*

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan lokasi atau komponen yang akan dijadikan fokus pada cacat berulang atau melihat frekuensi cacat yang terbesar. Pengujian *Concentration Chart* dilakukan pada grup A, B, C, D pada *capper 1, 2* dan *3*.

Tabel 4 Data *Concentration Chart*

<i>Capper</i> Grup	1	2	3
A	S1:0 S2:2 S3:27 S4:21 S5:115	S1:0 S2:5 S3:3 S4:21 S5:142	S1:5 S2:16 S3:21 S4:17 S5:90
B	S1:23 S2:1 S3:16 S4:15 S5:66	S1:22 S2:2 S3:7 S4:18 S5:40	S1:0 S2:2 S3:8 S4:30 S5:41
C	S1:0 S2:5 S3:33 S4:10 S5:135	S1:0 S2:7 S3:20 S4:17 S5:116	S1:0 S2:7 S3:15 S4:22 S5:31
D	S1:2 S2:5 S3:15 S4:10 S5:74	S1:0 S2:10 S3:5 S4:12 S5:23	S1:0 S2:5 S3:15 S4:21 S5:43

Keterangan:

S1 : Tutup kurang rapat

S2 : Tutup putus

S3 : Tutup melipat

S4 : Tutup miring

S5 : Tanpa tutup

Tabel 5 Hasil *Concentration Chart*

<i>Capper</i> Grup	1	2	3
A	744	813	618
B	440	319	353
C	824	722	302
D	467	198	354

Berdasarkan hasil pengujian *Concentration Chart* lokasi yang menjadi fokus pada cacat yaitu pada *capper* 1 di grup A dan C dan *capper* 2 di grup A dan C. Pada *plot* atau lokasi tersebut frekuensi cacat tinggi. Sehingga untuk pengujian selanjutnya pada *Paired Comparison* akan mengambil data pada grup A dan grup C di *capper* 1 dan 2.

5. Tahap Paired Comparison

Tahapan ini dilakukan untuk memisahkan parameter yang tidak signifikan dengan yang signifikan. Parameter pada *paired comparison* merupakan parameter yang berhubungan dengan produknya yaitu *band torque* dan *seal torque*.

Berdasarkan hasil pada Tabel 7 didapatkan hasil *confidence level* > 90%, sehingga dapat disimpulkan bahwa *seal* dan *band torque* memiliki pengaruh terhadap pemasangan tutup tidak sempurna. *Red X* (penyebab utama) dari *paired comparison* adalah *band torque* sedangkan *Pink X* (penyebab kedua) adalah *seal torque*.

Tabel 6 Data Paired Comparison

Kondisi Produk	Pengukuran Parameter Capper		Green Y
	Seal Torque (Lb.in)	Band torque (Lb.in)	
Good	7,57	12,83	0
Good	9,95	12,93	0
Good	6,86	11,13	0
Good	7,19	11,32	0
Good	7,24	11,41	0
Good	7,13	11,00	0
Good	8,04	12,08	0
Good	6,21	10,32	0
Bad	4,35	7,32	1
Bad	6,34	8,88	1
Bad	4,52	7,91	3
Bad	4,61	9,10	2
Bad	4,75	8,53	3
Bad	6,47	7,72	4
Bad	5,58	9,59	4
Bad	6,74	7,20	3

Tabel 7 Hasil Pengujian Paired Comparison

Rank	Pengukuran Parameter	
	Seal Torque (Lb.in)	Band torque (Lb.in)
1	4,35B	7,20B
2	4,52B	7,32B
3	4,61B	7,72B
4	4,75B	7,91B
5	5,58B	8,53B
6	6,21G	8,88B
7	6,34B	9,10B
8	6,47B	9,59B
9	6,74B	10,32G
10	6,86G	11,00G
11	7,13G	11,13G
12	7,19G	11,32G
13	7,24G	11,41G
14	7,57G	12,08G
15	8,04G	12,83G
16	9,95G	12,93G
End-Count	5+7=12	8+8=16
Confidence Level	99,60%	99,90%

6. Tahap Product/Process Search

Pengolahan pada *Product/Process Search* berfokus pada parameter yang berhubungan dengan prosesnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Tukey Test*. Parameter yang berhubungan dengan proses untuk pemasangan tutup tidbak sempurna terdiri dari *low pressure lifting*, *pressure pengeringan closing cone*, dan kecepatan mesin.

Tabel 8 Data *Product/Process Search*

No	<i>Low Pressure lifting (bar)</i>	<i>Pressure pengeringan closing cone (bar)</i>	Kecepatan mesin (RPM)
1	3,2	1,2	26000
2	3,2	1,2	26000
3	3,0	1,5	26000
4	3,0	1,5	26000
5	3,4	1,5	26000
6	3,5	1,5	25500
7	3,5	2,0	25500
8	3,7	2,0	25500
9	3,7	2,0	25200
10	4,0	2,0	25500
11	4,0	2,0	25500
12	4,0	2,0	25200
13	4,0	2,0	25200
14	4,0	2,0	25200
15	4,0	3,0	25200
16	4,0	3,0	25200

Tabel 9 Hasil Pengujian *Product/Process Search*

No	<i>Low Pressure Lifting (bar)</i>	<i>Pressure Pengeringan Closing cone (bar)</i>	Kecepatan Mesin (RPM)
1	3,0B	1,2B	25200G
2	3,0B	1,2B	25200G
3	3,2B	1,5B	25200B
4	3,2B	1,5B	25200B
5	3,4B	1,5B	25200B
6	3,5G	1,5G	25200B
7	3,5B	2,0B	25500G
8	3,7B	2,0B	25500G
9	3,7G	2,0B	25500G
10	4,0B	2,0G	25500B
11	4,0G	2,0G	25500B
12	4,0G	2,0G	26000G
13	4,0G	2,0G	26000G
14	4,0G	2,0G	26000G
15	4,0G	3,0G	26000B
16	4,0G	3,0G	26000B
<i>End-Count</i>	4+ 5+1/2+1/2 =10	4+7=11	2+2=4
<i>Confidence Level</i>	99%	99,3%	-

Tabel 10 Parameter Proses dan Tingkat Kepentingan

Parameter Process	Range	Keterangan	Range Parameter Baik	Target for Next Round
<i>Low Pressure lifting (bar)</i>	3,0-4,0	End Count terlalu lebar	3,7-4,0	4,0
<i>Pressure Pengeringan Closing cone</i>	1,0-3,0	End Count terlalu lebar	2,0-3,0	2,5
Kecepatan	25200-26000	End count 4	25200-25500	Tidak perlu diubah

Berdasarkan hasil pengujian Tukey Test diperoleh kesimpulan *Red X* (penyebab yang paling utama) yakni *Pressure Pengeringan Closing cone*, dan *Pink X* (penyebab kedua) yakni *Low Pressure lifting (bar)*.

7. Tahap *B vs C*

Tahap *B vs C* merupakan tahapan yang dilakukan setelah *Red X* diketahui. *B vs C* ini termasuk dalam *nonparametric comparative experiment* di mana tidak ada asumsi untuk normalitas yang dibutuhkan baik produk B maupun C. *B vs C* hanya digunakan sebagai alat verifikasi bukan sebagai *problem solving tool*. Tujuan utama dari *B vs C* untuk menentukan mana dari 2 proses itu yang lebih baik dengan tingkat keyakinan 95% lebih tinggi dengan menggunakan ukuran sampel yang kecil.

Pada Tabel 11 diambil salah satu kombinasi untuk pengujian *B vs C* yakni 3'B dan 3'C. Pada kombinasi pertama diambil 2 data parameter dari *paired comparison* yakni parameter *seal torque* dan *band torque* dan 1 data parameter dari *product/process search* yakni *pressure pengeringan closing cone*.

Tabel 11 Data *B vs C*

Parameter	<i>B Process</i>	<i>C Process</i>
<i>Seal Torque</i>	6,86 Lb.in	5,58 Lb.in
<i>Band Torque</i>	10,32 Lb.in	9,59 Lb.in
<i>Pressure Closing Cone</i>	3 bar	1,5 bar

Tabel 12 Pengujian *B vs C Seal Torque, Band Torque dan Pressure Closing Cone*

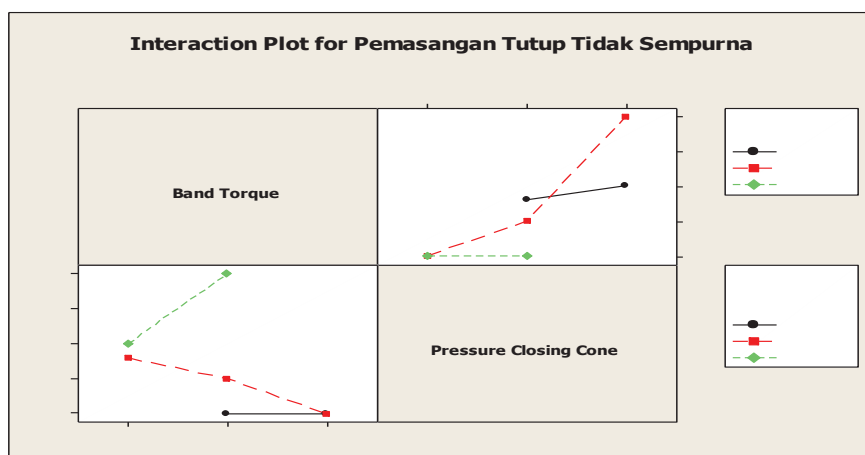
Type Unit	Frekuensi Cacat	Type Skala Likert untuk cacat	Bobot nilai dari cacat
<i>B Seal Torque</i>	0	0	0
<i>B Band Torque</i>	0	0	0
<i>B Pressure Closing Cone</i>	7	3	21
	21	4	84
	24	1	24
	37	5	185
<i>C Seal Torque</i>	1	4	4
<i>C Band Torque</i>	1	4	4
<i>C Pressure Closing Cone</i>	2	2	4
	35	3	105
	65	4	260
	12	1	12
	300	5	1500

Test and CI for Two Variances: Bobot nilai dari cacat vs Tipe Unit				
Method				
Null hypothesis	Sigma(B) / Sigma(C) = 1			
Alternative hypothesis	Sigma(B) / Sigma(C) not = 1			
Significance level	Alpha = 0,05			
Statistics				
Tipe				
Unit	N	StDev	Variance	
B	6	71,924	5173,067	
C	7	550,614	303176,143	
Ratio of standard deviations = 0,131				
Ratio of variances = 0,017				
95% Confidence Intervals				
Distribution of Data	CI for StDev Ratio	CI for Variance Ratio		
Normal	(0,053; 0,345)	(0,003; 0,119)		
Continuous	(*; *)	(*; *)		
Tests				
Method	DF1	DF2	Test Statistic	P-Value
F Test (normal)	5	6	0,02	0,000
Levene's Test (any continuous)	1	11	0,94	0,352

Berdasarkan hasil B vs C yang dilakukan dengan uji beda varians menggunakan Minitab 16. dengan $n \alpha = 0,05$ dengan CI sebesar 95% didapatkan *P-value* sebesar $0,00 > 0,05$ menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antar varians.

8. Pengujian Interaksi

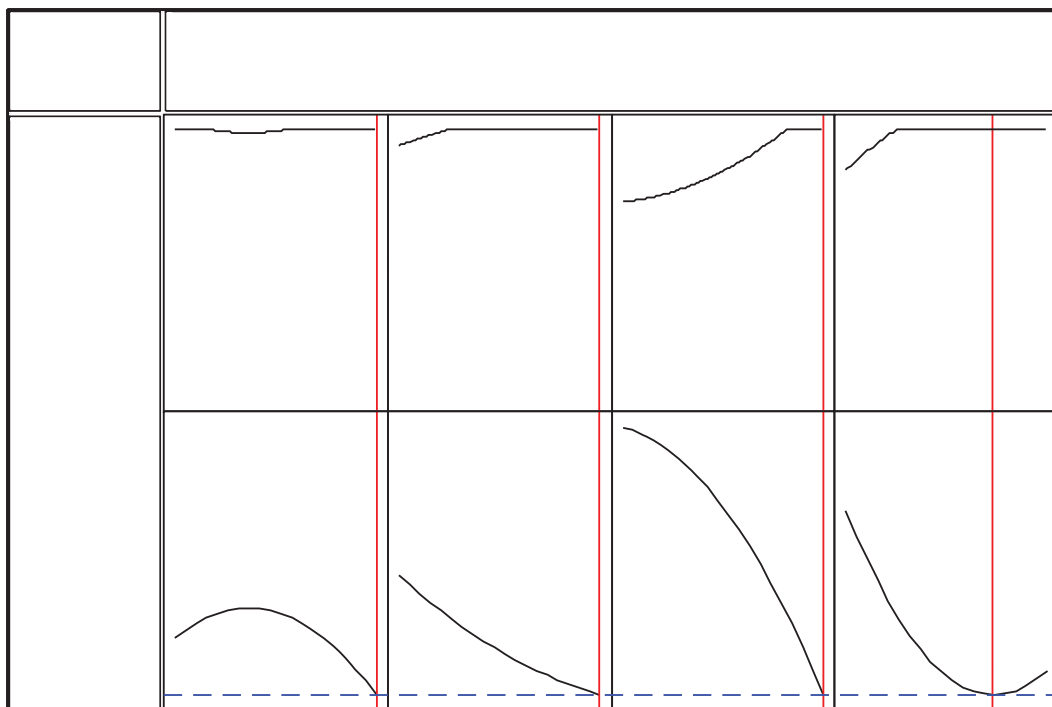
Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui *setting* parameter yang optimal jika terdapat adanya interaksi antara faktor-faktor dikarenakan terdapat perpotongan garis. Gambar 15 adalah salah satu contoh hasil pengujian interaksi. Pada gambar 15 menunjukkan adanya interaksi antar faktor sehingga pada tahapan selanjutnya dilakukan pengujian *response surface*.



Gambar 15. Hasil Pengujian Interaksi

9. Tahap *Respon Surface* Metodologi (RSM)

Tahap *Respon Surface* Metodologi (RSM) merupakan tahapan yang dilakukan untuk menentukan kombinasi yang terbaik dari 2 atau lebih variabel yang diinput untuk meminimumkan *Green Y*. faktor yang berpengaruh (*Red X* dan *Pink X*) dari pengujian *Paired Comparison* yakni *seal torque* dan *band torque* serta faktor dari pengujian *Product/Process Search* yakni *low pressure lifting* dan *pressure pengeringan closing cone*.



Gambar 16. Hasil Pengujian *Respon Surface* Metodologi

Berdasarkan gambar 16 diperoleh bahwa nilai untuk meminimumkan *Green Y* pada *setting* parameter *low pressure lifting* sebesar 3,5-4, *pressure pengeringan closing cone* sebesar 2,1-3, *band torque* 8,8- 10,9 sebesar dan *seal torque* 6-7,5.

10. Tahap *Positrol*

Tahap *Positrol* merupakan tahapan yang dilakukan untuk memastikan “*what*” variabel sesuai dengan spesifikasi “*who*”, “*how*”, “*where*”, dan “*when*”. *Positrol Plan* menentukan “*who*” yang harus memonitor, mengukur dan merekam setiap parameter proses yang penting. “*How*” menentukan instrumentasi yang benar untuk mengukur parameter-parameter yang penting. “*Where*” merupakan lokasi optimal untuk mengukur parameter proses, untuk merefleksikan nilai yang benar. “*When*” adalah frekuensi pengukuran, yang ditentukan sebelumnya dengan justifikasi *engineering* namun sesudahnya dijustifikasi dengan *precontrol*. Tabel 13 menunjukkan *Positrol Plan* untuk proses pemasangan tutup di PT. XYZ.

Tabel 13 *Positrol* pada proses pemasangan tutup

Parameter What	<i>Spec and Tolerance</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>
<i>Low pressure lifting Pressure</i>	3,5-4,0 bar	Operator	Visual	<i>Compressor</i>	1kali/jam
pengeringan <i>closing cone</i>	2,1-3,0 bar	Operator	Visual	Mesin <i>Filling</i>	1kali/jam
<i>Band torque</i>	8,8-10,9 Lb.in	Operator	Pengukuran	<i>Alat Torque Meter</i>	1kali/jam
<i>Seal torque</i>	6,0-7,5 Lb.in	Operator	Pengukuran	<i>Alat Torque Meter</i>	1kali/jam

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil *paired comparison* menunjukkan bahwa *Red X* (penyebab utama yang paling dominan) yaitu *band torque* dengan *confidence level* sebesar 99,90% dan *Pink X* (penyebab kedua) yakni *seal torque* dengan *confidence level* sebesar 99,60%.
2. Hasil *product/process search* menunjukkan bahwa *Red X* (penyebab utama yang paling dominan) yaitu *pressure pengeringan closing cone* dengan *confidence level* sebesar 99,30% dan *Pink X* (penyebab kedua) yakni *low pressure lifting* dengan *confidence level* sebesar 99,00%, sedangkan untuk kecepatan mesin parameter tidak perlu diubah karena *end-count* terlalu kecil.
3. Hasil dari *response surface* menunjukkan bahwa nilai untuk meminimumkan *Green Y* pada *setting* parameter *low pressure lifting* sebesar 3,5-4,0 bar, *pressure pengeringan closing cone* sebesar 2,1-3,0 bar, *band torque* sebesar 8,8-10,9 Lb.in dan *seal torque* sebesar 6,0-7,5 Lb.in.
4. Operator melakukan *setting* parameter yang telah diuji dengan desain eksperimen *Shainin* untuk meminimasi cacat karena pemasangan tutup tidak sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D. W. (2002). *Pengendalian Kualitas Statistik: Pendekatan Kualitatif dalam Manajemen Kualitas*. Andi. Yogyakarta.
- Bothe, Keki R. & Bhote, Adi K. (2000). *World Class Quality Using Design of Experiments to Make it Happen*. American Management Association. NewYork.
- James, McClave & Terry S. (2000). “*Statistics Eight Edition*”. Prentice-Hall, Inc., United States of America.
- Montgomery, Douglas C. (1996). *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Gajah Mada University Press.
- Gaspersz, V. (1998). *Manajemen Produktifitas Total: Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.