

ANALISIS PENGUKURAN GEOMETRIS *BENDING FOR SUPERHEATER TUBE* PADA *BOILER* DALAM RANGKA CONTINUAL IMPROVEMENT

Johannes Herry Dwijosusanto Serek

Abstract: The term of quality has a meaning as factors obtained from the thing that causes. One mention above in accord with the goal having the arm or the one that is needed. Therefor, the goods must have the certain quality and optimal economic product which is produced to fulfill the customer need. The quality not only related to product which is produced to fulfill the customer need. The quality not only related to product and service but also work operation, machine operator and the system, procedure that are applied including human being attitude aspects. The finding shows that five kind boiler have been obtained that those are not the same in terms of measurement toward boiler pipe involved : Outer diameter, inner diameter and Thickness when the bending test has done before and after the process that are : Boiler 20 ton post-A (before process): outer and inner tolerance diameter 4,5%. Thickness tolerance 7,6%. Boiler 20 ton post-A (after process): outer and inner diameter tolerance 4,8%. 2. Thickness tolerance 17,5%. For the tasted sample by using control chart X-Bar and R how for deviation measurement before and after the process toward outer and inner diameter and also the thickness. Therefor, determining upper control limit, lower control limit, control limit for X-Bar and for range. The computation result and description of control mapping X-Bar and R are clear that in this case there is no data that deviate from the control limit. It can be concluded that production process run well by control. Therefor, based on ISO 9001 : 2000, quality management improvement is focused on process improvement aspect (*Continual Improvement*) by using quality data that are collected including statistic technique.

Key Word : *Bending Pipe, Boiler in the Frame of Continual Improvement.*

Salah satu faktor penting dalam perkembangan suatu perusahaan adalah terciptanya hubungan harmonis yang terjalin antara produsen dengan konsumen. Untuk itu diperlukan perhatian khusus dalam meningkatkan mutu (*kualitas*) suatu produk kepada pelanggan (*customer*). Sehingga hubungan timbal balik yang positif antara pengusaha dapat menciptakan iklim yang kondusif bagi kinerja suatu perusahaan dalam meningkatkan mutu harus tetap dijaga.

Kualitas adalah seluruh karakteristik atau spesifikasi suatu produk (*barang atau jasa*) yang menunjang kemampuannya guna memenuhi kebutuhan konsumen. Kualitas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menentukan suatu barang atau jasa dalam memenuhi tujuannya; maka kualitas merupakan tingkat pemuasan suatu barang atau jasa.

Sehingga peningkatan kualitas merupakan aktivitas teknik dan manajemen, melalui mana kita mengukur karakteristik kualitas dari produk, kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan (*customer*), serta mengambil tindakan peningkatan yang tepat apabila ditemukan perbedaan diantara kinerja dan standar.

Kepuasan (*satisfaction*) konsumen akan kualitas produk berpengaruh terhadap daya saing produk di pasaran. Hal tersebut sangat disadari oleh PT. Indonesian Marine Divisi Boiler merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan *Heat Exchange, Pressure Vessel, Storage Tanks, Boilers, Ship Building, Construction Works, Palm Oil Factory* yang di pasaran baik dalam negeri maupun luar negeri.

Perusahaan berusaha untuk memenuhi kualitas produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan **B4 – T**. Usaha dilakukan dengan pemeriksaan (*inspection*) pada produk akhir, serta mengambil tindakan peningkatan yang tepat apabila ditemukan adanya penyimpangan dalam pengukuran pada saat pekerjaan Bending Pipe (*terdiri dari pengukuran Diameter Luar, Diameter Dalam dan Thickness*) maka penulis melakukan penelitian dengan menggunakan Peta-peta Kontrol (*Control Charts*) untuk data variabel adalah Peta X-Bar dan R; dalam menentukan terjadinya suatu penyimpangan pengukuran terhadap Diameter Luar, Diameter Dalam dan Thickness setelah dilakukannya uji bending. Dengan demikian pengertian peningkatan sistem manajemen kualitas berdasarkan ISO 9001 : 2000 menekankan pada aspek peningkatan proses (*Continual Improvement*) industri dengan menggunakan data kualitas yang dikumpulkan dan diinterpretasikan dengan menggunakan beberapa alat analisis termasuk di dalamnya yaitu *teknik statistik*. Dari permasalahan yang ada, maka penulis dapat merumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui berapa besarnya penyimpangan yang terjadi dalam hal mengukur Diameter Luar, Diameter Dalam dan Thickness.
2. Mengetahui berapa toleransi yang laik untuk digunakan (*disyaratkan*) menurut **B4-T**
3. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya penyimpangan.

Peranan mutu / kualitas menjadi bertambah penting dengan adanya perkembangan peradaban manusia sesuai dengan keahliannya, sehingga terjadilah pemisahan antara kelompok produsen dan konsumen. Pengaruh mutu / kualitas dari barang-barang yang langsung dapat mempengaruhi kebutuhan hidup manusia dan timbulnya kesulitan-kesulitan dalam memenuhi atau menyesuaikan serta mengerti akan keinginan / kehendak pemakai atau konsumen. Dengan adanya perkembangan teknologi yang sangat canggih maka para produsen berusaha untuk menjaga reputasi (*nama baik*) dapat dilakukan melalui mutu dari barang yang dihasilkannya.

Dalam perusahaan istilah mutu diartikan sebagai faktor-faktor yang terdapat dalam suatu barang / hasil yang menyebabkan barang tersebut sesuai dengan tujuan untuk apa barang / hasil tersebut dimaksudkan atau dibutuhkan. Barang-barang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi beberapa tujuan dan dapat digunakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Untuk itu barang-barang tersebut harus mempunyai mutu yang tertentu. Pengertian mutu seperti ini menimbulkan masalah yaitu siapakah yang akan menentukan atau mendefinisikan tujuan apa hasil tersebut dimaksudkan. Sehingga pembeli dan konsumenlah yang membuat keputusan terakhir tentang tujuan untuk apa hasil tersebut dimaksudkan. Mutu adalah suatu tingkat keadaan produksi (*barang atau jasa*) yang secara optimal ekonomis dapat dihasilkan oleh produsen untuk memenuhi keinginan konsumen. *Deming* menyatakan bahwa kualitas merupakan suatu tingkat yang dapat diprediksi dari keseragaman pasar. Sedangkan *J.M. Juran* mengartikannya sebagai cocok untuk digunakan (*fitness for use*) dan definisi ini sendiri memiliki 2 aspek utama yaitu :

1. *Ciri-ciri produk yang memenuhi permintaan pelanggan.*

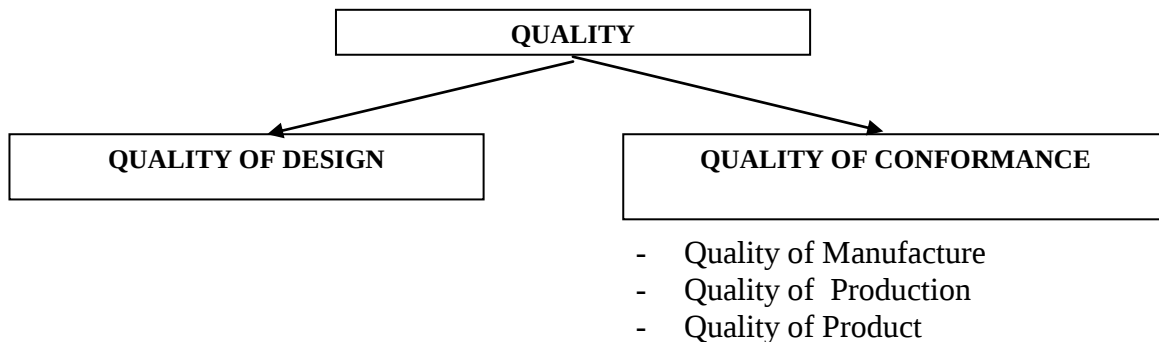
Kualitas yang lebih tinggi memungkinkan perusahaan meningkatkan kepuasan pelanggan, membuat produk laku terjual, dapat bersaing dengan pesaing, meningkatkan pangsa pasar dan volume penjualan, serta dapat dijual dengan harga yang lebih tinggi.

2. *Bebas dari kekurangan.*

Kualitas yang tinggi menyebabkan perusahaan dapat mengurangi tingkat kesalahan, mengurangi pekerjaan kembali dan pemborosan, mengurangi pembayaran biaya

garansi, mengurangi ketidak puasan pelanggan, mengurangi inspeksi dan pengujian, mengurangi waktu pengiriman produk ke pasar, meningkatkan hasil (*yield*) dan kapasitas, juga memperbaiki kinerja penyampaian produk / jasa.

Menurut ISO (*International Organization for Standarization*) bahwa mutu adalah merupakan istilah yang mencakup suatu dan setiap sifat yang khas atau manfaat dari barang atau jasa yang dapat dinilai untuk menentukan apakah barang / jasa tersebut memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Sehingga pengertian mutu dapat juga dilihat sebagai berikut :



Gambar 1. Struktur Kualitas

Pada kenyataannya, apabila hasil produksi / barang itu tidak dapat mencapai dengan tepat tujuan untuk apa barang tersebut dimaksudkan atau digunakan, ini tidak selalu berarti bahwa konsumen atau pembeli akan membuat keluhan-keluhan kepada produsen. Hal ini terjadi, karena seperti kita ketahui bahwa terdapat rantai distribusi antara konsumen dan produsen yang dapat menghalangi pemindahan informasi atau penyampaian keluhan-keluhan ini. Apabila tidak terdapat kesesuaian / kecocokan akan tujuan yang diinginkan dari penggunaan barang tersebut, maka biasanya konsumen atau pembeli akan pindah membeli barang dengan merek lain di pasar.

Pada dasarnya semua proses menampilkan variasi, namun manajemen harus mampu mengendalikan proses dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus (*Special-Causes Variation*) dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum (*Common-Causes Variation*). Peta-peta Kontrol (*Control Charts*) merupakan alat ampuh dalam mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami dengan benar.

Peta-peta Kontrol digunakan untuk :

- ❖ Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian ? Dengan demikian peta-peta kontrol digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali, di mana semua nilai rata-rata dan range dari sub-sub kelompok (*Subgroup*) contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*control limits*), maka itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi dalam proses.
- ❖ Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- ❖ Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam pengendalian, batas-batas dari variasi dapat ditentukan.

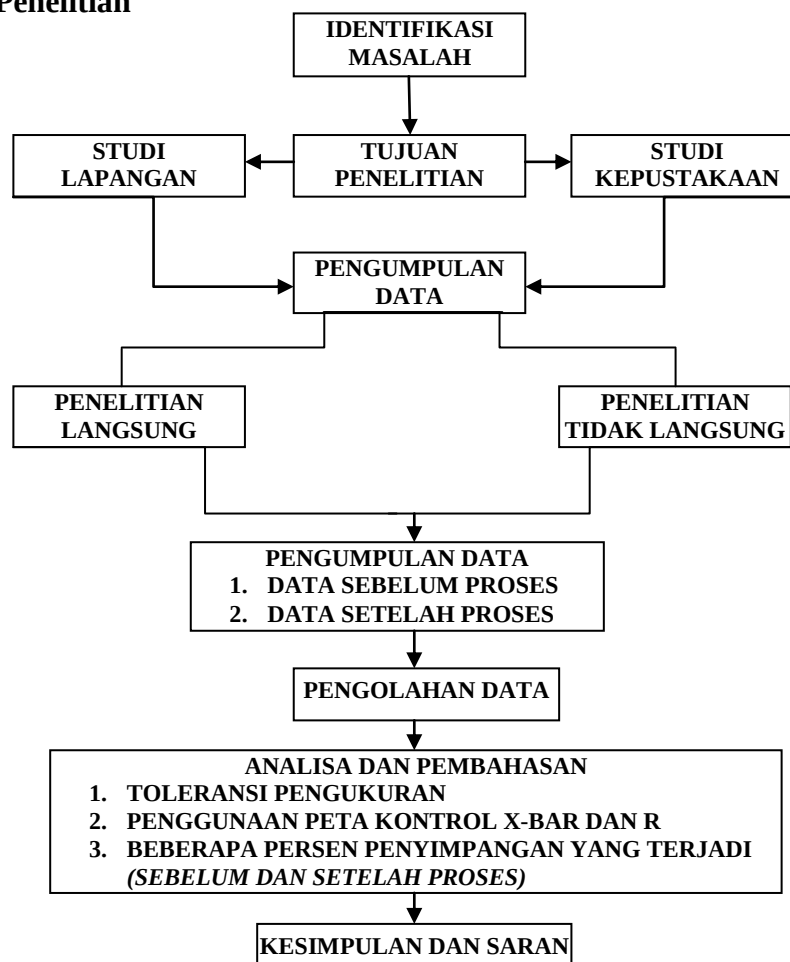
Penggunaan peta-peta kontrol harus menjadi efektif untuk pengendalian proses, sehingga upaya-upaya peningkatan proses terus-menerus yang telah menjadi komitmen manajemen organisasi dapat sukses. Sehingga penggunaan peta-peta kontrol untuk pengendalian proses harus dikaitkan secara langsung dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

Data variabel (*variables data*) merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis, sehingga dalam hal ini data variabel karakteristik kualitas adalah :

Diameter Luar, Diameter Dalam dan Thickness (ketebalan) dari pipa yang akan di bending (*pembungkakan pipa menggunakan mesin*). Oleh karena itu untuk mengetahui karakteristik tersebut maka digunakanlah Peta Kontrol X-Bar dan R; untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinu, sehingga peta kontrol X-Bar dan R sering disebut sebagai peta kontrol untuk data variabel. Hal ini akan menjelaskan apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran titik pusat (*central tendency*) atau rata-rata dari suatu proses. Beberapa faktor yang menjadikan akibat seperti : peralatan yang dipakai, peningkatan temperatur secara gradual, perbedaan metode yang digunakan dalam shift, material baru, tenaga kerja baru yang belum dilatih dan lain-lain. Peta Kontrol R (*range*) menjelaskan tentang perubahan-perubahan yang terjadi dalam ukuran variasi. Hal ini berkaitan dengan perubahan homogenitas produk yang dihasilkan melalui suatu proses. Faktor penyebabnya adalah : bagian peralatan yang hilang, minyak pelumas mesin yang tidak mengalir dengan baik, kelelahan pekerja, dan lain-lain.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Jenis-jenis *control chart* yang digunakan dalam pengendalian kualitas statistik adalah :

1. *X – Chart*

Merupakan diagram kontrol rata-rata yang memberikan informasi dalam kualitas statistik rata-rata.

2. *R – Chart*

Merupakan diagram kontrol range yang memberikan informasi dalam *variabilitas*.

3. *p – Chart*

Merupakan diagram kontrol untuk pecahan cacat.

4. *np – Chart*

Merupakan diagram kontrol jumlah yang rusak.

5. *C – Chart*

Merupakan diagram kontrol per sampel.

6. *U – Chart*

Merupakan diagram kontrol cacat per unit.

Sehingga penulis dalam melakukan penelitian hingga mendapatkan data serta mengolahnya dengan menggunakan *peta kontrol X – Bar dan R* guna mengetahui apakah proses uji bending terhadap pipa masih berada dalam kondisi batas terkendali. Adapun rumus yang digunakan yaitu :

❖ *X – Chart*

$$\bar{X} = \frac{\text{Jumlah Pengukuran Sampel}}{\text{Ukuran Sampel}}$$

$$\bar{R} = \frac{\text{Jumlah Dari Sampel } \bar{X} (\text{Rata-rata Sampel})}{\text{Banyaknya Sampel}} \quad R = X_{\text{Max}} - X_{\text{Min}}$$

$$\bar{R} = \frac{\text{Jumlah Semua Range}}{\text{Banyaknya Sampel}}$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R}$$

Dimana :

X = Nilai sampel

$\bar{X}$ = Rata-rata sampel

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata dari rata-rata sampel

R = Range

$\bar{R}$ = Rata-rata dari sampel

❖ *R – Chart*

$$R = X_{\text{Max}} - X_{\text{Min}}$$

$$\bar{R} = \frac{\text{Jumlah semua range}}{\text{Banyaknya sampel}}$$

$$UCL_R = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \cdot \bar{R}$$

Dimana :

R = Range

$\bar{R}$ = Rata-Rata Dari Range

Analisa Data Penyimpangan

Dalam pengerjaan *Bending Pipe* telah ditentukan beberapa penyimpangan pengukuran terhadap Diameter Luar, *Diameter Dalam* dan *Thickness* (ketebalan). Pengukuran masing-masing pipa dilakukan sebanyak 5 kali dan jumlah pipa yang diukur sebanyak 20 buah untuk setiap jenis Boiler, sehingga di dalam pemecahan masalah tersebut kita gunakan peta-peta kendali atau kontrol (*Control Charts*); dan pengukuran diulang-ulang guna mendapatkan hasil yang baik sesuai dengan permintaan gambar (*Drawing*).

Langkah-Langkah Membangun Peta Kontrol X-Bar dan R

1. Rumus Bending

$$\frac{D_1 - D_n}{D_n} \times 100\%$$

D_1 = Outside diameter at bent portion

D_n = Nominal outside diameter

Rumus Thickness

$$\frac{t_n - t_1}{t_n} \times 100\%$$

t_1 = Minimum wall thickness at bent portion

t_n = Nominal wall thickness

2. Perhitungan Boiler 20 Ton Post-A (Sebelum Proses)

A_2 = 0,25 (nilai tabel)

D_3 = 0,577

D_4 = 2,114

Diameter Luar :

$\bar{X}$ Control Limit

$UCL_X = 37.886 + (0.577) (0.638) = 38.25$

$CL_X = 37.886$

$LCL_X = 37.886 - (0.577) (0.638) = 37.52$

$\bar{R}$ Control Limit

$UCL_R = (2.114) (0.638) = 1.35$

$CL_R = 0.638$

$LCL_R = (0) (0.638) = 0$

Diameter Dalam :

$\bar{X}$ Control Limit

$UCL_X = 38.309 + (0.577) (0.49) = 38.59$

$CL_X = 38.309$

$LCL_X = 38.309 - (0.577) (0.49) = 38.03$

$\bar{R}$ Control Limit

$UCL_R = (2.114) (0.49) = 1.05$

$CL_R = 0.49$

$LCL_R = (0) (0.49) = 0$

Thickness :

$\bar{X}$ Control Limit

$UCL_X = 3.769 + (0.577) (0.328) = 3.96$

$CL_X = 3.769$

$LCL_X = 3.769 - (0.577) (0.328) = 3.58$

$\bar{R}$ Control Limit

$UCL_R = (2.114) (0.328) = 0.693$

$CL_R = 0.328$

$LCL_R = (0) (0.328) = 0$

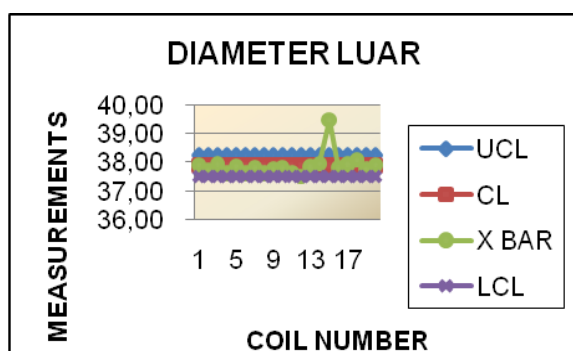
Tabel 1. Lembar Perhitungan Pembuatan Peta Kontrol X-Bar dan R (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

Product : Bending Pipe Department : Produksi
 Characteristics : Diameter Luar Specified limit : 39.7 mm max
 Unit Measurement : mm 36.7 mm min
 Date Produced : Juni 2013 Recorded by : J. Herry. DSS

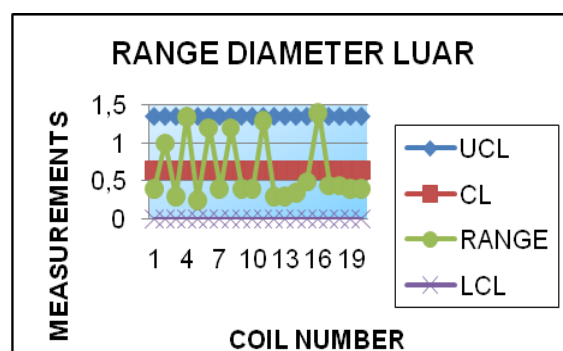
Coil Number	Date Produced	Measurement on Beach of five item in series					X Averages of Items	R Range of Items
		A	B	C	D	E		
1	10 Juni 2013	38.1	37.9	37.7	37.8	38.1	37.92	0.4
2	10 Juni 2013	38.0	37.8	37.0	37.9	37.9	37.72	1
3	10 Juni 2013	38.1	37.9	37.8	37.9	38.0	37.94	0.3
4	10 Juni 2013	38.0	37.8	36.65	37.7	38.0	37.63	1.35
5	10 Juni 2013	37.8	38.0	37.75	38.0	37.9	37.89	0.25
6	11 Juni 2013	38.0	37.7	36.8	37.9	37.75	37.63	1.2
7	11 Juni 2013	38.0	37.8	37.6	37.7	38.0	37.82	0.4
8	11 Juni 2013	37.9	37.9	36.7	37.8	37.9	37.64	1.2
9	11 Juni 2013	38.0	37.7	37.6	37.7	37.9	37.78	0.4
10	11 Juni 2013	38.0	37.8	37.6	37.7	38.0	37.82	0.4
11	12 Juni 2013	37.9	37.9	36.70	37.8	38.0	37.66	1.3
12	12 Juni 2013	37.3	37.85	37.4	37.6	37.5	37.53	0.3
13	12 Juni 2013	38.0	37.8	37.7	37.9	37.9	37.86	0.3
14	12 Juni 2013	38.15	37.9	37.8	38.0	38.0	37.97	0.35
15	12 Juni 2013	39.7	39.6	39.0	39.5	39.55	39.47	0.5
16	13 Juni 2013	38.3	38.0	38.0	37.9	36.9	37.82	1.4
17	13 Juni 2013	38.1	37.8	37.7	38.15	38.0	37.95	0.45
18	13 Juni 2013	38.35	38.2	38.0	37.9	38.1	38.11	0.45
19	13 Juni 2013	38.0	37.7	37.6	37.7	37.9	37.78	0.4
20	13 Juni 2013	38.1	37.9	37.7	37.8	38.1	37.92	0.4
Totals							757.72	12.75
Average							37.886	0.638

$\bar{X}$ Control Limit $\bar{R}$ Control Limit
 $UCL_X = 37.886 + (0.577) (0.638) = 38.25$
 $CL_X = 37.886$
 $LCL_X = 37.886 - (0.577) (0.638) = 37.52$

$UCL_R = (2.114) (0.638) = 1.35$
 $CL_R = 0.638$
 $UCL_R = (0) (0.638) = 0$



Gambar 1. Peta Kontrol 3 Sigma Rata-Rata Diameter Luar Pipa (Peta X-Bar) (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A



Gambar 2. Peta Kontrol 3 Sigma Variasi Diameter Luar Pipa (Peta R) (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

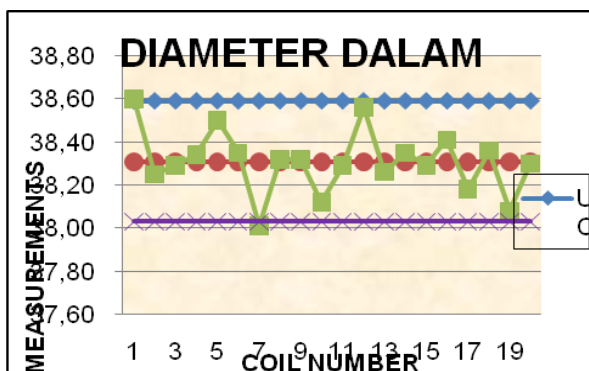
Tabel 2. Lembar Perhitungan Pembuatan Peta Kontrol X-Bar dan R (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

Product : Bending Pipe Department : Produksi
 Characteristics : Diameter Dalam Specified limit : 38.8 mm max
 Unit Measurement : mm 37.05 mm min
 Date Produced : Juni 2013 Recorded by : J. Herry. DSS

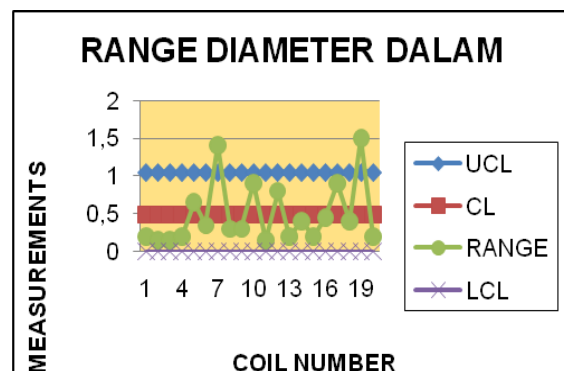
Coil Number	Date Produced	Measurement on Beach of five item in series					X Averages of Items	R Range of Items
		A	B	C	D	E		
1	10 Juni 2013	38.6	38.55	38.5	38.65	38.7	38.6	0.2
2	10 Juni 2013	38.2	38.3	38.35	38.2	38.2	38.25	0.15
3	10 Juni 2013	38.2	38.3	38.4	38.3	38.3	38.29	0.15
4	10 Juni 2013	38.25	38.3	38.45	38.4	38.3	38.34	0.2
5	10 Juni 2013	38.5	38.6	38.75	38.1	38.55	38.5	0.65
6	11 Juni 2013	38.15	38.5	38.5	38.4	38.2	38.35	0.35
7	11 Juni 2013	38.2	38.3	37.0	38.4	38.2	38.01	1.4
8	11 Juni 2013	38.2	38.4	38.5	38.3	38.2	38.32	0.3
9	11 Juni 2013	38.2	38.25	38.5	38.35	38.3	38.32	0.3
10	11 Juni 2013	38.4	38.2	38.3	37.5	38.2	38.12	0.9
11	12 Juni 2013	38.2	38.3	38.4	38.3	38.25	38.29	0.15
12	12 Juni 2013	38.75	38.6	38.0	38.8	38.65	38.56	0.8
13	12 Juni 2013	38.2	38.3	38.4	38.2	38.2	38.26	0.2
14	12 Juni 2013	38.35	38.15	38.33	38.5	38.2	38.35	0.4
15	12 Juni 2013	38.2	38.25	38.4	38.3	38.3	38.29	0.2
16	13 Juni 2013	38.55	38.65	38.3	38.2	38.4	38.41	0.45
17	13 Juni 2013	38.2	38.4	38.5	37.6	38.2	38.18	0.9
18	13 Juni 2013	38.6	38.2	38.5	38.3	38.2	38.36	0.4
19	13 Juni 2013	38.2	38.3	37.05	38.55	38.3	38.08	1.5
20	13 Juni 2013	38.2	38.3	38.4	38.4	38.2	38.3	0.2
Totals							766.19	9.8
Average							38.309	0.49

$\bar{X}$ Control Limit $\bar{R}$ Control Limit
 $UCL_X = 38.309 + (0.577) (0.49) = 38.59$
 $CL_X = 38.309$
 $LCL_X = 38.309 - (0.577) (0.49) = 38.03$

$UCL_R = (2.114) (0.49) = 1.05$
 $CL_R = 0.49$
 $LCL_R = (0) (0.49) = 0$



Gambar 3. Peta Kontrol 3 - Sigma Rata-Rata Diameter Dalam Pipa (Peta X-Bar)
 (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A



Gambar 4. Peta Kontrol 3 - Sigma Variasi Diameter Dalam Pipa (Peta R)
 (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

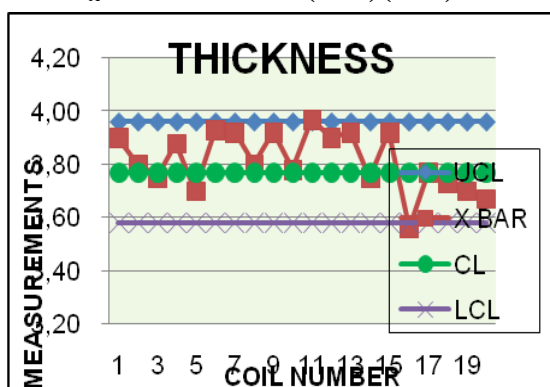
Tabel 3. Lembar Perhitungan Pembuatan Peta Kontrol X-Bar dan R (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

Product : Bending Pipe
 Characteristics : Thickness
 Unit Measurement : mm
 Date Produced : Juni 2013
 Department : Produksi
 Specified limit : 4.2 mm max
 3.0 mm min
 Recorded by : J. Herry. DSS

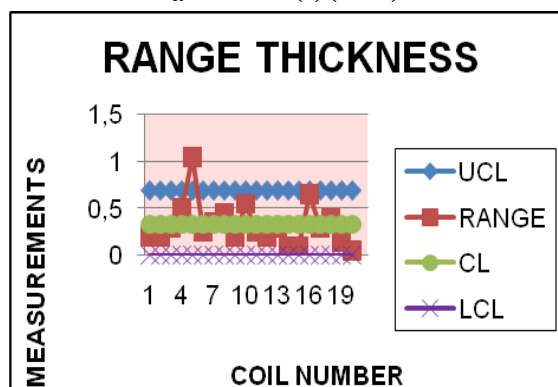
Coil Number	Date Produced	Measurement on Beach of five item in series					X Averages of Items	R Range of Items
		A	B	C	D	E		
1	10 Juni 2013	3.85	3.85	3.85	3.9	4.1	3.9	0.2
2	10 Juni 2013	3.7	3.8	3.8	3.8	3.9	3.8	0.2
3	10 Juni 2013	3.9	3.9	3.65	3.6	3.70	3.75	0.3
4	10 Juni 2013	4.1	4.05	6.6	3.8	3.85	3.88	0.5
5	10 Juni 2013	3.9	4.05	3.0	3.8	3.75	3.7	1.05
6	11 Juni 2013	4.0	3.95	3.85	3.8	4.05	3.93	0.25
7	11 Juni 2013	3.95	3.8	3.9	3.8	4.2	3.92	0.35
8	11 Juni 2013	4.1	3.8	3.7	3.65	3.8	3.8	0.45
9	11 Juni 2013	4.0	3.9	3.8	3.9	4.0	3.92	0.2
10	11 Juni 2013	4.2	3.7	3.7	3.65	3.7	3.78	0.55
11	12 Juni 2013	4.15	3.9	3.9	3.9	4.0	3.97	0.25
12	12 Juni 2013	3.9	3.8	4.0	3.9	3.9	3.9	0.2
13	12 Juni 2013	3.85	3.85	3.85	3.9	4.15	3.92	0.3
14	12 Juni 2013	3.8	3.75	3.75	3.75	3.7	3.75	0.1
15	12 Juni 2013	3.9	3.9	3.9	4.0	3.9	3.92	0.1
16	13 Juni 2013	3.5	3.7	3.3	3.35	4.0	3.56	0.65
17	13 Juni 2013	3.85	3.75	3.9	3.55	3.85	3.77	0.3
18	13 Juni 2013	3.8	3.75	3.8	3.45	3.85	3.73	0.4
19	13 Juni 2013	3.8	3.7	3.65	3.65	3.7	3.7	0.15
20	13 Juni 2013	3.65	3.65	3.7	3.65	3.7	3.67	0.05
Totals							75.39	6.55
Average							3.769	0.328

$\bar{X}$ Control Limit $\bar{R}$ Control Limit
 $UCL_{\bar{X}} = 3.769 + (0.577) (0.328) = 3.96$
 $CL_{\bar{X}} = 3.769$
 $LCL_{\bar{X}} = 3.769 - (0.577) (0.328) = 3.58$

$UCL_R = (2.114) (0.328) = 0.693$
 $CL_R = 0.328$
 $UCL_R = (0) (0.328) = 0$



Gambar 5. Peta Kontrol 3 - Sigma Rata-Rata Thickness (Peta X-Bar) (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk



Gambar 6. Peta Kontrol 3 - Sigma Variasi Thickness (Peta R) (Sebelum Peningkatan Proses Bending Pipe)

Boiler 20 Ton Post-A

Untuk Boiler 20 Ton Post-A

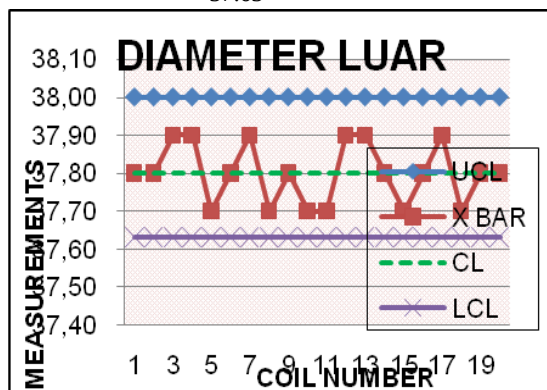
Tabel 4. Lembar Perhitungan Pembuatan Peta Kontrol X-Bar dan R (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

Product : Bending Pipe Department : Produksi
 Characteristics : Diameter Luar Specified limit : 38.05 mm max
 Unit Measurement : mm : 37.5 mm min
 Date Produced : Juni 2013 Recorded by : J. Herry. DSS

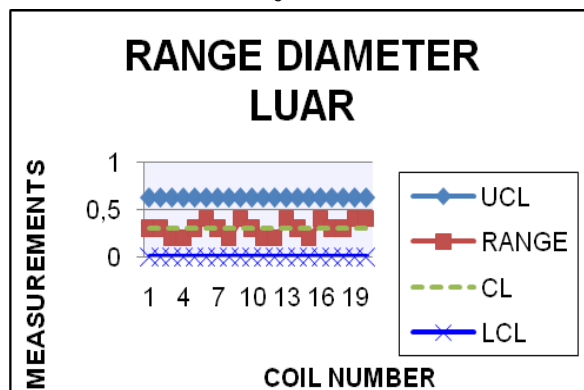
Coil Number	Date Produced	Measurement on Beach of five item in series					X Averages of Items	R Range of Items
		A	B	C	D	E		
1	10 Juni 2013	37.75	37.8	37.65	37.8	38.0	37.8	0.3
2	10 Juni 2013	37.8	37.9	37.9	37.6	37.8	37.8	0.3
3	10 Juni 2013	38.05	37.85	37.85	37.85	38.9	37.9	0.2
4	10 Juni 2013	37.85	37.85	37.85	37.9	38.05	37.9	0.2
5	10 Juni 2013	37.75	37.7	37.8	37.5	37.75	37.7	0.3
6	11 Juni 2013	38.0	37.75	37.8	37.6	37.85	37.8	0.4
7	11 Juni 2013	37.9	37.9	37.9	37.75	38.05	37.9	0.3
8	11 Juni 2013	37.7	37.75	37.8	37.6	37.65	37.7	0.2
9	11 Juni 2013	38.0	37.65	37.75	38.0	37.6	37.8	0.4
10	11 Juni 2013	37.8	37.8	37.6	37.5	37.8	37.7	0.3
11	12 Juni 2013	37.75	37.7	37.75	37.75	37.55	37.7	0.2
12	12 Juni 2013	37.85	37.85	37.85	37.9	38.05	37.9	0.2
13	12 Juni 2013	37.9	37.65	38.0	37.9	38.05	37.9	0.4
14	12 Juni 2013	38.0	37.75	37.8	37.7	37.75	37.8	0.3
15	12 Juni 2013	37.7	37.7	37.8	37.7	37.6	37.7	0.2
16	13 Juni 2013	37.8	38.0	37.8	37.6	38.8	37.8	0.4
17	13 Juni 2013	37.9	37.80	37.85	37.85	37.1	37.9	0.3
18	13 Juni 2013	37.8	37.75	37.5	37.75	37.7	37.7	0.3
19	13 Juni 2013	37.75	38.0	37.85	37.6	37.8	37.8	0.4
20	13 Juni 2013	38.0	37.75	37.65	38.0	37.6	37.8	0.4
Totals							756	6
Average							37.8	0.3

$$\begin{aligned} \bar{X} \text{ Control Limit} & \quad \bar{R} \text{ Control Limit} \\ UCL_X &= 37.8 + (0.577) (0.3) \\ &= 38 \\ CL_X &= 37.8 \\ LCL_X &= 37.8 - (0.577) (0.3) \\ &= 37.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} UCL_R &= (2.114) (0.3) \\ &= 0.63 \\ CL_R &= 0.3 \\ UCL_R &= (0) (0.3) \\ &= 0 \end{aligned}$$



Gambar 7. Peta Kontrol 3 - Sigma Rata-Rata Diameter Luar Pipa (Peta X-Bar) (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A



Gambar 8. Peta Kontrol 3 - Sigma Variasi Diameter Luar Pipa (Peta R) (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

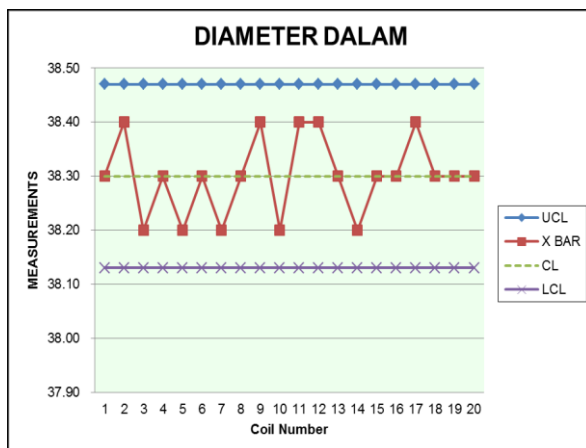
Tabel 5. Lembar Perhitungan Pembuatan Peta Kontrol X-Bar dan R (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

Product : Bending Pipe Department : Produksi
 Characteristics : Diameter Dalam Specified limit : 38.65 mm max
 Unit Measurement : mm 38.0 mm min
 Date Produced : Juni 2013 Recorded by : J. Herry. DSS

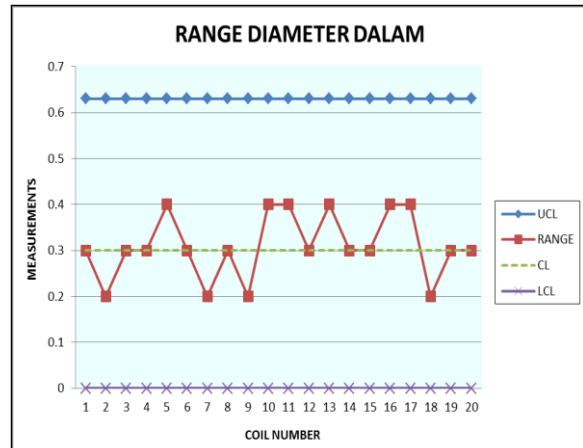
Coil Number	Date Produced	Measurement on Beach of five item in series					X Averages of Items	R Range of Items
		A	B	C	D	E		
1	10 Juni 2013	38.5	38.25	38.2	38.25	38.3	38.3	0.3
2	10 Juni 2013	38.3	38.3	38.4	38.5	38.5	38.4	0.2
3	10 Juni 2013	38.3	38.2	38.3	38.0	38.2	38.2	0.3
4	10 Juni 2013	38.3	38.45	38.15	38.35	38.25	38.3	0.3
5	10 Juni 2013	38.15	38.5	38.1	38.15	38.1	38.2	0.4
6	11 Juni 2013	38.2	38.3	38.5	38.3	38.2	38.3	0.3
7	11 Juni 2013	38.15	38.2	38.35	38.15	38.2	38.2	0.2
8	11 Juni 2013	38.2	38.25	38.5	38.3	38.25	38.3	0.3
9	11 Juni 2013	38.45	38.5	38.4	38.35	38.3	38.4	0.2
10	11 Juni 2013	38.1	38.1	38.5	38.2	38.1	38.2	0.4
11	12 Juni 2013	38.35	38.25	38.4	38.65	38.35	38.4	0.4
12	12 Juni 2013	38.35	38.3	38.4	38.35	38.6	38.4	0.3
13	12 Juni 2013	38.6	38.25	38.2	38.25	38.2	38.3	0.4
14	12 Juni 2013	38.4	38.1	38.3	38.1	38.1	38.2	0.3
15	12 Juni 2013	38.25	38.2	38.3	38.5	38.25	38.3	0.3
16	13 Juni 2013	38.6	38.25	38.2	38.25	38.2	38.3	0.4
17	13 Juni 2013	38.45	38.5	38.55	38.15	38.35	38.4	0.4
18	13 Juni 2013	38.25	38.25	38.3	38.45	38.25	38.3	0.2
19	13 Juni 2013	38.3	38.25	38.5	38.2	38.25	38.3	0.3
20	13 Juni 2013	38.45	38.3	38.25	38.35	38.15	38.3	0.3
Totals							71.39	8.05
Average							5.5695	0.403

$$\begin{aligned} \bar{X} \text{ Control Limit} &= 38.3 + (0.577) (0.31) \\ UCL_X &= 38.47 \\ CL_X &= 38.3 \\ LCL_X &= 38.3 - (0.577) (0.31) \\ &= 38.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{R} \text{ Control Limit} &= (2.114) (0.3) \\ UCL_R &= 0.63 \\ CL_R &= 0.3 \\ UCL_R &= (0) (0.403) \\ &= 0 \end{aligned}$$



Gambar 9. Peta Kontrol 3 - Sigma Rata-Rata Diameter Luar Pipa (Peta X-Bar) (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A



Gambar 10 Peta Kontrol 3 - Sigma Rata-Rata Diameter Luar Pipa (Peta R) (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

Tabel 6. Lembar Perhitungan Pembuatan Peta Kontrol X-Bar dan R (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

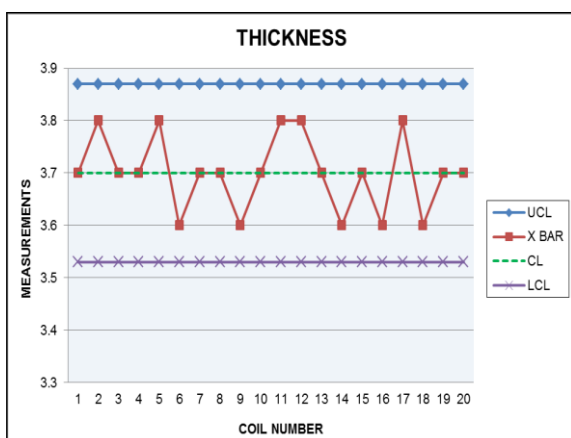
Product : Bending Pipe
 Characteristics : Thickness
 Unit Measurement : mm
 Date Produced : Juni 2013

Department : Produksi
 Specified limit : 4.05 mm max
 : 3.4 mm min
 Recorded by : J. Herry. DSS

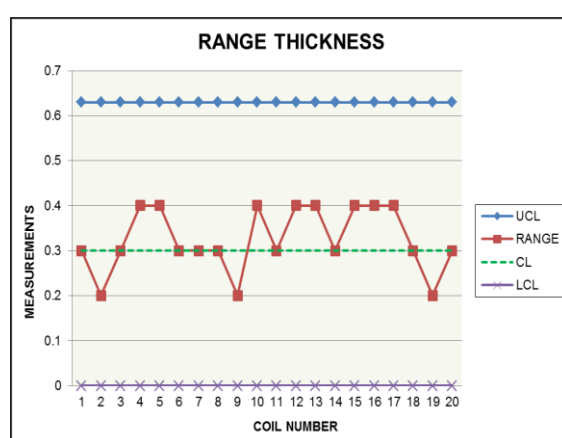
Coil Number	Date Produced	Measurement on Beach of five item in series					X Averages of Items	R Range of Items
		A	B	C	D	E		
1	10 Juni 2013	3.65	3.8	3.75	3.5	3.8	3.7	0.3
2	10 Juni 2013	3.75	3.85	3.9	3.8	3.7	3.8	0.2
3	10 Juni 2013	3.85	3.65	3.7	3.75	3.55	3.7	0.3
4	10 Juni 2013	3.8	3.8	3.75	3.75	3.4	3.7	0.4
5	10 Juni 2013	3.75	3.8	3.65	3.75	4.05	3.8	0.4
6	11 Juni 2013	3.65	3.65	3.6	3.4	3.7	3.6	0.3
7	11 Juni 2013	3.75	3.7	3.5	3.75	3.8	3.7	0.3
8	11 Juni 2013	3.55	3.7	3.7	3.7	3.9	3.7	0.3
9	11 Juni 2013	3.55	3.7	3.65	3.6	3.5	3.6	0.2
10	11 Juni 2013	3.85	3.75	3.7	3.45	3.8	3.7	0.4
11	12 Juni 2013	3.7	3.7	3.8	3.8	4.0	3.8	0.3
12	12 Juni 2013	3.75	3.85	4.0	3.8	3.6	3.8	0.4
13	12 Juni 2013	3.75	3.7	3.85	3.45	3.8	3.7	0.4
14	12 Juni 2013	3.45	3.7	3.45	3.75	3.65	3.6	0.3
15	12 Juni 2013	3.8	3.75	3.8	3.75	3.4	3.7	0.4
16	13 Juni 2013	3.65	3.6	3.75	3.65	3.4	3.6	0.4
17	13 Juni 2013	3.85	3.8	4.0	3.6	3.75	3.8	0.4
18	13 Juni 2013	3.55	3.6	3.8	3.5	3.6	3.6	0.3
19	13 Juni 2013	3.8	3.7	3.8	3.6	3.6	3.7	0.2
20	13 Juni 2013	3.80	3.7	3.7	3.5	3.8	3.7	0.3
Totals							74	6.5
Average							3.7	0.325

$$\begin{aligned} \bar{X} \text{ Control Limit} &= \bar{R} \text{ Control Limit} \\ UCL_X &= 3.7 + (0.577) (0.3) \\ &= 3.87 \\ CL_X &= 3.7 \\ LCL_X &= 3.7 - (0.577) (0.3) \\ &= 3.53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} UCL_R &= (2.114) (0.3) \\ &= 0.63 \\ CL_R &= 0.3 \\ UCL_R &= (0) (0.3) \\ &= 0 \end{aligned}$$



Gambar 11. Peta Kontrol 3 - Sigma Rata-Rata Thickness (Peta X-Bar) (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A



Gambar 12 Peta Kontrol 3 - Sigma Rata-Rata Thickness (Peta R) (Setelah Peningkatan Proses Bending Pipe) Untuk Boiler 20 Ton Post-A

PENUTUP

Kesimpulan

Di dalam uraian dan penjelasan serba pengolahan data yang telah dilakukan dari hasil analisis hingga pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. PT. Indonesian Marine adalah perusahaan Manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan Boiler, di mana dalam berproduksi, perusahaan tersebut sering mengalami penyimpangan kualitas yang berupa pengukuran, antara lain berupa Diameter Luar, Diameter Dalam dan Thickness (ketebalan pipa).
2. Pada pengendalian kualitas dengan menggunakan Peta Kontrol X-Bar dan R, terlihat bahwa secara keseluruhan proses dan hasil produksi terkendali.
3. Faktor-faktor penyebab utama terjadinya ketidaksesuaian, yaitu pada operator pada saat melakukan uji bending.
4. Setelah dilakukan pengawasan bahan baku mutu, diperoleh peningkatan kualitas yang ditandai dengan turunnya prosentase rata-rata pengukuran dan menurunnya biaya kegagalan kualitas.
5. Pengujian dengan menggunakan metode Pengendalian Kualitas mendapatkan hasil sebagai berikut :

❖ Boiler 20 Ton Post – A (Sebelum Peningkatan)

Toleransi Diameter Luar dan Diameter Dalam = 4.5%.

Toleransi Thickness = 7.6%.

6. Hal ini menunjukkan bahwa dari sample yang diuji, ternyata semua data masih dalam batas toleransi, yang berarti bahwa produk yang diproduksi rata-rata telah memenuhi standart atau toleransi yang ditetapkan perusahaan dan siap untuk dipasarkan, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

❖ Perhitungan Boiler 20 Ton Post-A (Sebelum Proses)

$\bar{X}$ dan $\bar{R}$ Control Limit untuk Diameter Luar

$$UCL_X = 38.25 \quad UCL_R = 1.35$$

$$CL_X = 37.886 \quad CL_R = 0.638$$

$$LCL_X = 37.52 \quad LCL_R = 0$$

$\bar{X}$ dan $\bar{R}$ Control Limit untuk Diameter Dalam

$$UCL_X = 38.59 \quad UCL_R = 1.05$$

$$CL_X = 37.309 \quad CL_R = 0.49$$

$$LCL_X = 38.03 \quad LCL_R = 0$$

$\bar{X}$ dan $\bar{R}$ Control Limit untuk Thickness

$$UCL_X = 3.96 \quad UCL_R = 0.693$$

$$CL_X = 3.769 \quad CL_R = 0.328$$

$$LCL_X = 3.58 \quad LCL_R = 0$$

❖ Boiler 20 Ton Post-A (Setelah Proses)

Toleransi Diameter Luar dan Diameter Dalam = 4.8%

Toleransi Thickness = 17.5%

7. Untuk mengetahui besar kecilnya penyimpangan dalam pengukuran, pihak *Manager Engineering*, *Manager Produksi* dan *Manager Quality Assurance* terus melakukan inspeksi secara langsung kepada Departemen yang terkait.
8. Berdasarkan ISO 9001; 2000, peningkatan Manajemen Kualitas lebih menekankan pada aspek peningkatan proses (*continual improvement*) dengan menggunakan data kualitas yang dikumpulkan termasuk teknik-teknik Statistika.

Saran

Setelah mengadakan penelitian langsung pada PT. Indonesian Marine Divisi Boiler Malang, ada beberapa saran yang diberikan yaitu :

1. Melakukan perbaikan berkesinambungan, yaitu dengan melihat masalah, mencari penyebab, mencari akar penyebab dan pelaksanaan penanggulangan.
2. Menggunakan peta Kendali dan senantiasa mengevaluasinya, agar data yang keluar batas kendali dapat segera diketahui penyebabnya sehingga dapat segera diambil tindakan untuk menanggulangnya.
3. Dalam pengendalian Kualitas perusahaan sebaiknya menambah tenaga kerja untuk menginspeksi, khususnya dalam mengoperasikan mesin bending dan penggunaan peralatan produksi agar produksi dapat terkontrol dengan baik dan berjalan dengan seefisien dan seefektif mungkin.

DAFTAR RUJUKAN

- Assauri, Sofyan, 180, *Manajemen Produksi*, Jakarta, Penerbit Lembaga Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Chatab, Nevizond, 1997, *mendokumentasi Sistem Mutu ISO 900*, Yogyakarta, Penerbit Andi Offset.
- C. Craig, James, 1996, *Strategic Management*, Jakarta, PT. Elex Media Komputindo – Kelompok Gramedia.
- Gasperzs, Vincent, 2001, *ISO 9001 : 2000 and Continual Improvement*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gilmour P. and Robert A. Hunt, 1995, *Total Quality Management : Integrating Quality into Design, Operations and Strategy*, Australia, Addison Wesley Longman.
- Grant, Eugene, L. And Richards, S. Leaavenworth, 1989, *Pengendalian Mutu Statis*, Edisi ke enam, Jili 2, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Harrington, H. James, 1997, *ISO 9000 and Beyond From Compliance to Performance Improvement*, New York, Mc. Graw-Hill.
- H. Hadiwardjo, Bambang, dan Sulistijarningsih Wibisono, *Memasuki Pasar Internasional Dengan ISO 9000 : Sistem Manajemen Mutu*, Jakarta, Ghalia Indonesia.
- Harbunangin, Buntje dan Pardamean Ronitua Harahap, 1995, *Himpunan Istilah Manajemen Mutu ISO 9000*, Jakarta : PT. Iron Damwin Sentosa.
- Heizer, Jay and Barry Render, 1996, *Production and Operations Management : Strategic and Tactical Decisions*, Fourth Edition, New Jersey, Prentice-Hall International, Inc.
- Ishikawa, Kaoru, 1992, *Pengendalian Mutu Terpadu*, Bandung, PT. Remaja Rosdakarya.
- Journal, *Occupational Health and Safety (OHS)*, Date : Nov. 2000, p : 54, ISSN : 036 2-4064, Vol : 69, 155 : 11.
- Journal, *Total Quality Management (TQM)*, Date : Jul 2000, Sec : s. P : 657, ISSN : 0954-4127, Vol: 11, 155:4-6.
- Journal, *World Trade (WLD)*, Date : Feb 2000, ISSN : 1054-8637, Vol : 13, 155 : 2.
- Kotler, Philip, 1997, *Manajemen Pemasaran*, Analisis, Perencanaan, Implementasi, dan kontrol, Edisi 9e, Jilid I, alih Bahasa Hendra Teguh, SE, Ak, dan Ronny A. Rusli, SE. Ak, PT. Prehallindo.

- Kotler, Philip, 1997, *Manajemen Pemasaran : Analisis, Perencanaan, Implementasi, dan kontrol*, Edisi 9e, Jilid I, alih Bahasa Hendra Teguh, SE.Ak, dan Ronny A. Rusli, SE.Ak, PT. Prehallindo.
- L. Grant, Eugene dan Richard S. Levenworth, 1985, *Statistical Quality Control*, Singapore, Mc. Graw-Hill.
- L. Goetsch, David and Stanley B. Davis, 1997, *Introduction to Total Quality: Quality Management for Production, Processing, and Services*, second edition, New Jersey, Prentice-Hall International, Inc.
- NN, 1994, *Copendium ISO 9000 Quality Management*, Switzerland.
- Priyadi, S. Gilang, 1996, *Menerapkan SNI Seri 9000* Jakarta, Bumi Aksara.
- Rothery, Bryan, 1997, *ISO 9000 and ISO 14001 : Untuk Industri Jasa*, Jakarta, PT. Pustaka Binamian Pressindo.
- RBI, Research, 1998, *Indonesian Firms : ISO 9000, The Implementation*, Jakarta, RBI Research.
- Suardi, Rudi, 2001, *Sistem Management Mutu ISO 9000 : 2000: penerapannya Untuk Mencapai TQM*, Jakarta, PPM, 2001.
- Singarimbun, Masri dan Sofian Effendi, 1981, *Metode Penelitian Survey*, Jakarta, LP3ES.
- Tenner, R. Arthur, 1994, *Total Quality Management*, New-York, Addison-Wesley Publishing Company.
- Tjiptono, Fandy dan Anastasia Diana, 1995, *Total Quality Management*, Jogjakarta, Penerbit Andi Offset Jogjakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo, Ir. Msc. 1993, *Pengantar Teknik Industri*, edisi pertama, Jakarta, Penerbit PT. Guna Widya.