

ANALISA FAKTOR PENYEBAB CACAT PRODUKSI PENGISIAN GAS OKSIGEN: STUDI KASUS DI PT. SAMATOR GAS KOTA BATAM

Rony Prasetyo

Progam Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam,
Jalan R. Soeprapto, Muka Kuning, Batam, Kepulauan Riau

*Email: prasinda@gmail.com

Abstract

The focus of this research is to know factors causing production defects in the filling of oxygen gas in the process of filling storage tanks with specification 99.60% - 99.9% pure oxygen at PT. Samator. This study found several dominant factors that affect the quality of oxygen purity that has been set company. Production output samples were taken in november 2017 for 25 working days with replication system in group and sub group. The data feasibility test is expressed by the adequacy test and data uniformity to ensure that data is eligible for further processing. Data analysis on the calculation of process capability shows the value of $C_p < 1.33$ means the ability of the process of filling the storage tank with 99.60% - 99.9% pure oxygen specification shows the ability is still low so that the quality of the product is in doubt. This result raises the suspicion of factors causing potential defect product as the cause of the low ability process, to know the cause of the low ability of process then fishbone diagram accompanied by chi square statistic test to validate the alleged defect of production find 6 dominant factor that is raw material of air and water content), Employee Kopetensi, Standard operational procedures that have not been raw, machine maintenance, engine setup and temperature.

Keywords: Process Capability Analysis, Fishbone diagram

1. Pendahuluan

Perkembangan Gas Industri di Indonesia telah berjalan cukup lama. Hal ini ditandai oleh maraknya perkembangan dan persaingan antar produsen gas industri di dalam negeri. Perusahaan yang menguasai pasar gas industri di Indonesia merupakan perusahaan dalam negeri maupun perusahaan luar negeri. Menyikapi maraknya persaingan antar produsen gas industri di Indonesia perlu adanya strategi yang harus di terapkan. Strategi yang sering diterapkan adalah mengutamakan mutu dan kualitas produk. Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan (Davis 1994, dalam Tjiptono dan Diana 2013:4). Defenisi yang lain menyatakan bahwa strategi kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (Gaspersz 2008:4).

PT Samator Gas Industri Batam merupakan pabrik yang memproduksi gas industri memiliki kapasitas produksi gas Oksigen, Nitrogen dan Argon. Produk gas yang dihasilkan biasanya digunakan oleh industri kimia, metalugi, medis, elektronik dan sektor pertanian. Sistem

pengendalian kualitas produk di PT.Samator Gas Industri Batam dimulai dari bahan baku, proses produksi sampai dengan bahan jadi. Setiap produk yang diproduksi memiliki spesifikasi yang sudah ditentukan. Masalah utama di PT Samator Gas Industri Batam adalah kualitas hasil produksi gas oksigen pada saat proses pengisian ke tanki stoke penyimpanan sering terjadi hasil kemurnian gas di bawah angka batas spesikasi 99,60%. Hal ini menyebabkan terjadinya kerugian berupa kekurangan saat pengisian.

2. Landasan Teori

2.1. Pengendalian kualitas

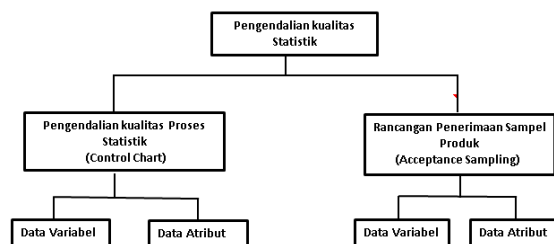
Menurut Douglas C. Montgomery menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan (Bakhtiar, et al, 2013:4) adalah:

- a. Kemampuan proses.
Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

- b. Spesifikasi yang berlaku.
Hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.
- c. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima.
Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada di bawah standar
- d. Biaya kualitas.
Sangat mempengaruhi tingkat pengendalian dalam menghasilkan produk dimana biaya mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

Pengendalian kualitas statistik secara garis besar di golongkan menjadi dua yaitu:

- a. Pengendalian proses kontrol (statistical process control) atau sering disebut control chart.
- b. Rencana penerimaan sampel produk atau sering disebut acceptance sampling. Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Sumber: Mitra (2004) dalam Ariani (2014:57)

Gambar 1. Pengendalian Kualitas Statistik

Dari gambar tersebut tampak bahwa pengendalian kualitas dapat dibagi menjadi dua golongan menurut jenis datanya, yaitu data variabel dan data atribut.

2.2. Populasi dan sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari subyek atau obyek dengan kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari kemudian ditarik kesimpulan (Sangadji dan Sopiha 2010:185). Populasi dalam penelitian ini adalah hasil produk gas oksigen di PT.Samator Gas Industri Batam. Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi (Sangadji

dan Sopiha 2010:186). Sampel dalam penelitian ini adalah kadar kualitas kemurnian produk gas Oksigen di PT Samator Gas Industri Batam. Dengan melakukan pengambilan sampel dengan rentang 2 jam (dua jam) sekali dengan spesifikasi kadar kemurnian gas Oksigen $99,60\% \pm 99,99\%$.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Teknik pengumpulan data

Pengumpulan data menggunakan teknik *random sampling* pada proses pengisian gas oksigen di PT. Samator Indonesia. Jenis data yang digunakan peneliti adalah data kuantitatif karena data dikumpulkan berdasarkan observasi atau pengukuran langsung pada proses produksi. Dari angka yang diperoleh berdasarkan observasi target produksi atau spesifikasi yaitu $99,60\% - 99,99\%$ Sumber data yang digunakan ada dua, yaitu:

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari hasil pengamatan secara langsung lapangan (Bakhtiar et, al., 2013:31). Sangadji dan Sopiha (2010:133) menyatakan data primer adalah data yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber yang pertama. Peneliti melakukan pengambilan data produksi pengisian gas oksigen dengan cara observasi, wawancara dan *check sheet* hasil observasi.

b. Data Sekunder

Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan. Data ini dapat diperoleh dengan meminta data langsung dari perusahaan. Peneliti melakukan pengambilan data dari perusahaan berupa data spesifikasi Produk dan Kapasitas produksi.

Pengumpulan data yang akan diolah menggunakan beberapa cara, diantaranya:

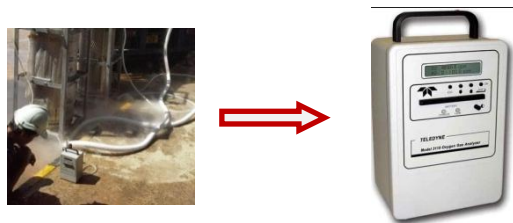
a. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dalam metode survey yang menggunakan pertanyaan secara lisan kepada subjek penelitian. Wawancara dapat dilakukan dengan tatap muka atau dengan telepon (Bakhtiar et al., 2013:31). Peneliti melakukan wawancara kepada karyawan bagian produksi mulai dari manager produksi, supervisor, formen operator produksi dan operator *quality control* masalah apa yang sering terjadi dari kualitas hasil

produksi dan pada saat kapan masalah sering terjadi.

b. Observasi

Observasi adalah proses pencatatan pola perilaku subyek (orang), obyek (benda) atau kegiatan yang sistematis tanpa adanya pertanyaan atau komunikasi dengan individu-individu yang di teliti. Observasi dapat di lakukan dengan cara observasi Langsung (*Direct Observation*). Observasi yang dilakukan dengan bantuan peralatan mekanik, antara lain foto, video, mesin penghitung, dan sebagainya. (Sangadji dan Sopiha 2010: 152). Untuk medapat informasai berupa data Peneliti juga menggunakan observasi mekanik yaitu menggunakan alat bantu pengeckan kadar kemurnian gas Oksigen yang sudah ada di perusahaan yaitu *analyzer Gases Portalbe*.



Gambar 2. Melakukan Observasi

3.2. Metode Analisis Data

3.2.1 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah sample data yang diambil sudah mencukupi untuk mewakili data populasi. Untuk menghitung uji kecukuapn data menggunakan rumus sebagai berikut (Sugiyono, 2006) :

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (1)$$

Dengan :

- k = Tingkat keyakinan
- k = 95% = 2
- s = Derajat ketelitian
- N = Jumlah data pengamatan
- N' = Jumlah data teoritis

Jika $N' \leq N$, maka data dianggap cukup, jika $N' > N$ data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data.

3.2.2 Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama dan

untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2)$$

$$BKA = X + k\sigma \quad (3)$$

$$BKB = X - k\sigma \quad (4)$$

Dimana:

- BKA = Batas Kontrol Atas
- BKB = Batas Kontrol Bawah
- X = Nilai Rata-rata
- σ = Standar Deviasi
- k = Tingkat Keyakinan

3.2.3 Analisis data pengendalian kualitas proses

Menurut Besterfield (1998), dalam melakukan pengendalian kualitas proses stastistik untuk data variabel di perlukan beberapa langkah (Ariani, 2004:76). Data diambil sebanyak 25 hari kerja dan diperoleh data sebagai berikut

Tabel 1 Kadar kemurnian gas oksigen

Observasi	Date	Time	Kadar Kemurnian
		(07.00 - 17.00)	Gas Gas Oksigen (99.60 % ± 99.99%)
1	3/11/2017	7	99,61
2	04-11-2017	7	99.62
3	05-11-2017	7	99.64
4	06-11-2017	7	99.79
5	07-11-2017	7	99.71
6	10-11-2017	7	99.58
7	11-11-2017	7	99.64
8	12-11-2017	7	99.74
9	13-11-2017	7	99.77
10	14-11-2017	7	99.67
11	17-11-2017	7	99.63
12	18-11-2017	7	99.76
13	19-11-2017	7	99.65

14	20-11-2017	7	99.71
15	21-11-2017	7	99.72
16	24-11-2017	7	99.63
18	26-11-2017	7	99.79
19	27-11-2017	7	99.71
20	28-11-2017	7	99.58
21	01-12-2017	7	99.71
22	02-12-2017	7	99.74
23	03-12-2017	7	99.77
24	04-12-2017	7	99.67
25	05-12-2017	7	99.67

Sumber : Dept. Produksi 2017 (Samator GI)

3.2.4 Pengendali \bar{X} dan \bar{R}

a. Mementukan nilai range Dan X rata rata

Menentukan nilai range Dan X rata rata dalam pengukuran dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n} \quad (5)$$

$$R = X \text{ max} - X \text{ min} \quad (6)$$

Sementara itu , untuk garis pusat (*center line*) menggunakan rumus

b. Membuat peta kontrol X

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad (7)$$

Keterangan :

g = jumlah subgroup

Xi = data pada sub kelompok atau sampel yang diambil

\bar{X}_i = rata-rata pada sub kelompok

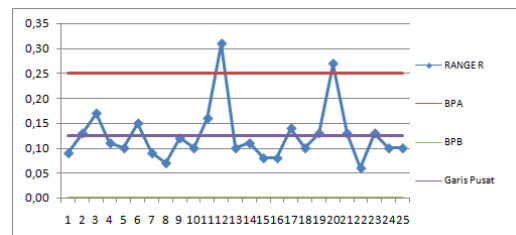
Setelah garis tengah (*central line*) sudah di ketahui langkah berikutnya adalah perhitungan peta pengedali, kontrol X batas kontrol atas, (BKA) atas dan peta pengedali (batas kontrol bawah) adalah sebagai berikut

Batas Kontrol Atas (BPA)

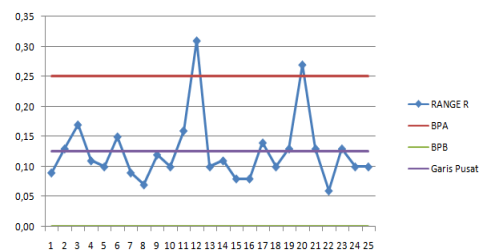
$$\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A2. \bar{R} \quad (8)$$

Batas Kontrol Bawah (BPB)

$$\bar{X} = \bar{\bar{X}} - A2. \bar{R} \quad (9)$$



Gambar 3. Peta Kontrol X kadar kemurnian Gas oksigen



Gambar 4. Peta Kontrol R kadar kemurnian Gas oksigen

3.2.5 Analisis kemampuan proses

Kemampuan proses biasanya di tunjukan dengan formulasi $\pm 3 \sigma$ atau secara keseluruhan mencakup 6σ , dimana σ menunjukkan penyimpangan standar (standar deviasi). Rasio Kemampuan proses atau Indeks Kemampuan proses (*Proses Capability Ratio atau Capability Proses Index*) atau nilai CP. Apabila proses berada dalam batas pengendali statistik dengan peta pengendali proses statistik “Normal” dan rata-rata proses terpusat pada target, maka rasio kemampuan proses atau indeks kemampuan proses di hitung dengan:

1. Indeks Cp

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (10)$$

Dimana:

Cp = *Proses Capability*

LSL = *Low Specification Limit*

USL = *Upper Specification Limit*

Jika $Cp > 1,33$ maka kapabilitas sangat baik

Jika $1,0 \leq Cp \leq 1,33$ Maka Kapasitas baik, namun perlu pengendalian yang ketat

Jika $Cp < 1,00$ maka kapabilitas rendah, sehingga perlu di perhatikan tingkat kinerjanya melalui peningkatan proses.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pembuatan gas oksigen dan nitrogen dilakukan bersamaan dengan pembuatan gas oksigen karena sumbernya juga sama, yaitu udara. Udara yang mengandung 78 % gas nitrogen, didinginkan sehingga diperoleh nitrogen dan oksigen cair. Selanjutnya, cairan tersebut didistilasi pada suhu $-195,8^{\circ}\text{C}$. Nitrogen cair akan menguap dan terpisah dengan oksigen cair. Uap nitrogen ini, kemudian ditampung dan dapat digunakan sesuai keperluan. Peneliti dalam melakukan analisis kualitas gas oksigen, mengambil sampel kadar kemurnian gas Oksigen dengan melakukan pengukuran melalui spesifikasi produk $99,60\% \pm 99,99\%$ dengan rentang waktu dua jam sekali di mulai 07.00-17.00 Wib selama 25 hari.

4.1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah sampel data yang diambil sudah mencukupi untuk mewakili data populasi. Untuk Menghitung uji kecukuapn data menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N^* = \left[\frac{k / s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$N = \left[\frac{2 / 0,1 \sqrt{150.1491056,064 - 223645145,8}}{14954,77} \right]^2$$

$$N^* = \frac{20 \cdot \sqrt{13263,77}}{14954,7}$$

$$N^* = \frac{20.115,168}{14954,77}$$

$$N^* = 0,154$$

Dari perhitungan uji kecukupan data menunjukan bahwa jumlah data teoritis lebih kecil dari jumlah data yang di amati $N^* = 0,15 \leq N = 150$ Maka data dianggap cukup.

4,2 Uji Keseragaman Data

$$\bar{X} = \frac{14954,87}{150} = 99,67$$

BKA (Batas Kontrol Atas)

$$\sigma = \sqrt{\frac{(99,611 - 99,67)^2 + \dots + (99,67 - 99,67)^2}{N - 1}}$$

$$\sigma = 0,111$$

$$\text{BKA} = X + k\sigma$$

$$\text{BKA} = 99,70 + 2(0,111)$$

$$\text{BKA} = 99,92$$

$$\text{BKB} = 99,70 - 2(0,111)$$

$$\text{BKB} = 99,59$$

Dari uji keseragaman data menunjukan data hasil observasi yang di kumpulkan masih seragam karena masih berada di tengah yaitu antara BKA (Batas Pengendali Atas) dan (Batas Pengendali Bawah) BKB.

4.3 Analisis Kemampuan Proses *Kadar Kemurnian Gas Oksigen*

Setelah dilakukan revisi semua data dan peta pengendalian sudah dalam batas kendali, maka langkah berikutnya adalah analisis kemampuan proses dengan rumus dan perhitungan sebagai berikut:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$C_{PL} = \frac{\bar{x} - LSL}{3s}$$

$$C_{PU} = \frac{USL - \bar{x}}{3S}$$

C_p = Proses Capability

LSL = Low Specification Limit

USL = Upper Specification Limit

Jika $C_p > 1,33$ maka kapabilitas sangat baik.

Jika $1,0 \leq C_p \leq 1,33$ Maka Kapabilitas baik, namun perlupengendalian yang ketat.

Jika $C < 1,00$ maka kapabilitas rendah, sehingga perlu di perhatikan tingkat kinerjanya melalui peningktan proses 99.76.

$$C_p = \frac{99,76 - 99,65}{6,0,11}$$

$$C_p = \frac{0,11}{0,66}$$

$$C_p = 0,16$$

Berdasarkan $C_p < 1,33$ menunjukan bahwa proses rendah tidak mampu memenuhi spesifikasi.

4.4 Diagram sebab akibat

Berdasarkan analisis *fishbone* dengan menggunakan ststistik nonparametrik di peroleh informasi penyebab cacat produksi pengisian oksigen sebagai berikut :

Tabel 2 Rekapitulasi jenis cacat

No	Faktor Penyebab Cacat	Jenis Cacat			Total
		Kualitas udara	Skill	Suhu	
1	Bahan baku	5	7	0	12
2	Manusia	4	2	0	6
3	Metode	9	1	0	10
4	Mesin	8	0	2	10
5	Faktor lingkungan	17	0	2	19
Total		43	10	4	57

1. Hipotesis :

Ho : Tidak ada hubungan antara faktor penyebab cacat dengan cacat yang ditimbulkan.

H₁ : Terdapat hubungan antara faktor penyebab cacat terhadap cacat yang ditimbulkan.

2. Perhitungan frekuensi yang diharapkan (frekuensi teoritis) pada tiap sel dengan rumus:

$$f_e = \frac{\sum tk \cdot \sum fb}{\sum T} \quad (8)$$

keterangan :

f_e : Frekuensi yang diharapkan

f_o : Frekuensi yang diselidiki (*observasi*)

$\sum fk$: Jumlah Frekuensi pada kolom

$\sum fb$: Jumlah frekuensi pada baris

$\sum T$: Jumlah keseluruhan baris dan kolom

Maka,

$$12 \times 43 : 57 = 9.05;$$

$$12 \times 10 : 57 = 2.11;$$

$$12 \times 4 : 57 = 0.84$$

$$6 \times 43 : 57 = 4.53;$$

$$6 \times 10 : 57 = 1.05;$$

$$6 \times 4 : 57 = 0.42$$

$$10 \times 43 : 57 = 7.54;$$

$$10 \times 10 : 57 = 1.75;$$

$$10 \times 4 : 57 = 0.70$$

$$10 \times 43 : 57 = 7.54;$$

$$10 \times 10 : 57 = 1.75;$$

$$10 \times 4 : 57 = 0.70$$

$$19 \times 43 : 57 = 14.33;$$

$$19 \times 10 : 57 = 3.33;$$

$$19 \times 4 : 57 = 1.33$$

 3. Perhitungan *chi-square* dengan rumus:

$$\chi^2 : \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (9)$$

Maka;

$$(5-9.05)^2 : 9.05 = 1.814;$$

$$(7-2.11)^2 : 2.11 = 11.38;$$

$$(0-0.84)^2 : 0.84 = 0.84$$

$$(4-4.53)^2 : 4.53 = 0.061;$$

$$(2-1.05)^2 : 1.05 = 0.85;$$

$$(0-0.42)^2 : 0.42 = 0.42;$$

$$(9-7.54)^2 : 7.54 = 0.28;$$

$$(1-1.75)^2 : 1.75 = 0.32;$$

$$(0-0.70)^2 : 0.70 = 0.7;$$

$$(8-7.54)^2 : 7.54 = 0.028;$$

$$(0-1.75)^2 : 1.75 = 1.75;$$

$$(2-0.70)^2 : 0.70 = 2.4;$$

$$(17-14.33)^2 : 14.33 = 0.5;$$

$$(0-3.33)^2 : 3.33 = 3.3;$$

$$(2-1.33)^2 : 1.33 = 0.33;$$

Maka Total *Chi Square*

$$1.814 + 11.38 + 0.84 + 0.061 + 0.85 + 0.42 + 0.28 + 0.32 + 0.7 + 0.028 + 1.75 + 2.4 + 0.5 + 3.3 + 0.33 = 25.025$$

Maka X² hitung adalah 25.025

 4. X² tabel dengan rumus :

$$dk = (k - 1) \cdot (b - 1) \quad (10)$$

dimana:

dk = Derajat kebebasan

k = Kolom observasi

b = Baris observasi

Maka

$$dk = (k - 1) \cdot (b - 1)$$

$$dk = (5 - 1) \cdot (3 - 1)$$

$$dk = 4 \cdot 2$$

$$dk = 8$$

Nilai X² tabel untuk $\alpha = 0,01$ adalah 20.090

5. Maka perbandingan antara X² hitung dengan X² tabel dihasilkan bahwa X² hitung \geq X² tabel. Maka Ho ditolak, Ha diterima

6. Menghitung tingkat korelasi *Contingency coefficient*.

$$c : \sqrt{\frac{\chi^2}{n + \chi^2}}$$

$$c : \sqrt{\frac{25.025}{57 + 25.025}}$$

C : 0.552

7. Interpretasi

X² hitung sebesar 25.025, sementara X² tabel dengan taraf signifikansi (α) = 0,01, df=8 adalah sebesar 20.090. Dalam penelitian ini X² hitung \geq X² tabel, yaitu 25.025 \geq 20.090, sehingga Ha diterima dengan kata lain terdapat hubungan antara faktor penyebab cacat dengan cacat.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan faktor penyebab cacat produksi gas yaitu bahan baku, manusia, mesin, metode dan faktor lingkungan. Sedangkan jenis cacatnya adalah Faktor kualitas udara, keterampilan operator dan suhu .

5.2. Saran

Untuk menghasilkan produk sesuai harapan, spesifikasi yang sudah ditentukan perusahaan dan tidak ada lagi penyimpangan maka perusahaan perlu melakukan tindakan korektif. Berdasarkan analisis pengendalian kualitas dengan metoda *Statistical Process Control* maka kualitas udara atau kadar oksigen tidak langsung diisikan pada tanki penerima tetapi difilter terlebih dahulu dengan menggunakan alat *analyzer Gases Portalbe*. Pembuatan program pelatihan secara berkala bagi operator dan rekayasa teknik dilakukan untuk menjaga suhu udara pada saat pengisian oksigen pada tanki *reciver*

Daftar Pustaka

- Ariani, D.W. (2005). *Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualiatas*. Edisi Pertama. Andi. Yogyakarta.
- Bakhtiar, T. S., dan Hasni, R.A., (2013). *Analisa Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC)*. Vol.2. P 29-36.
- E.M. Sangadji dan Sopiah. 2010. "Metodologi Penelitian Pendekatan Praktis dalam Penelitian," *Andi*: Yogyakarta, 2010.
- F. Tjiptono dan A. Diana, "Total Quality Management, Edisi Revisi," *Andi*: Yogyakarta, 2013.
- Samator G.I., (2008) *Manual Hand Book*. Surabaya.
- Sangadji, E.M. and. Sopiah. (2013). *Metode Penelitian Pendektan Praktis dalam Penelitian*. Edisi Pertama. Andi. Yogyakarta.
- Sugiyono (2006). *Statistika untuk Penelitian*. Cetakan ke Sembilan. ALFABETA. Bandung.
- Tjiptono, F. and A. Diana. (2008). *Total Qaulity Management*. Edisi Kelima. Andi Yogyakarta.

- V. Gaspersz, The Executive Guide to Implementing Lean Six Sigma," *PT. Gramedia Pustaka Utama*: Jakarta, 2008.
- Wingjosoebroto, S. (1995). *Tata Letak Pabrik Dan Pemandahan Bahan*. Edisi Kelima. Guna Widya Jakarta.