

ANALISA KUALITAS COOLING WATER PADA COOLING WATER SYSTEM DI BUTADIENE PLANT PT XYZ DENGAN METODE SIX SIGMA DAN PDCA

Ivan Renaldi¹, Anita Dyah Juniarti², dan Arif Budi Sulisty³

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No. 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang 42117*

ivanrenaldi1994@gmail.com¹, anitadyahjuniarti@unbaja.ac.id², dan arif.b.sulisty@gmail.com³

ABSTRACT

Butadiene plant is a site plant of PT Chandra Asri Petrochemical Tbk who produces 1,3 Butadiene and has a production cooling system called cooling water system. There is a problem in the cooling water system, namely the emergence of a defect in the form of a cooling water sample that is off spec. This type of research is quality control with the quantitative method using Six Sigma, ABC Analysis, and PDCA. The type of data used is primary data and secondary data. The aim of this research is to know the type of defect in the cooling water sample, root cause identification of incidence the defect, and also plan improvement for decrease defects. From the results of data processing are obtained, the type of defect in the cooling water sample includes pH, free residual chlorine and total hardness. All three were determined as CTQ of this research. Calculation of sigma level on the three CTQs obtained results of 2,3251. After doing the test ABC Analysis, free residual chlorine is the most dominant CTQ. The results of the root cause analysis with fishbone diagram obtained 4 factors causing the off spec on free residual chlorine. The improvement effort to decreasing cooling water sample defect using Six Sigma, ABC Analysis, and PDCA Method is made and socialize the new standard which implemented on production process activity. Once applied Six Sigma, ABC Analysis, and PDCA Method, then it can be known that defect of free residual chlorine in the cooling water sample decrease 50,18%, preliminary data before improvement with the average of cooling water sample off spec free residual chlorine parameter about 22.08 sample/month on 2017, then decreasing became 11 sample/month on 2018 (May - June).

Keywords: *Free Residual Chlorine, Six Sigma, Analysis ABC, PDCA*

ABSTRAK

Butadiene Plant merupakan site plant PT XYZ yang memproduksi 1,3 Butadiene dan mempunyai sistem pendinginan produksi bernama cooling water system. Terdapat suatu masalah di cooling water system yaitu timbulnya defect berupa sampel cooling water yang off spec. Jenis penelitian ini adalah pengendalian kualitas dengan metode kuantitatif menggunakan Six Sigma, Analisis ABC dan PDCA. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jenis defect dalam sampel cooling water, mengidentifikasi akar penyebab timbulnya defect, serta merencanakan langkah perbaikan untuk mengurangi defect. Dari hasil pengolahan data diketahui bahwa jenis defect dalam sampel cooling water meliputi parameter pH, Free Residual Chlorine dan Total Hardness. Ketiganya ditentukan sebagai CTQ penelitian ini. Perhitungan tingkat sigma terhadap ketiga CTQ diperoleh hasil sebesar 2,3251. Setelah dilakukan Analisis ABC, free residual chlorine adalah CTQ paling dominan. Hasil analisa

akar penyebab dengan Diagram Fishbone didapatkan 4 faktor penyebab terjadinya off spec pada free residual chlorine. Perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi off spec free residual chlorine sampel cooling water adalah dengan membuat dan mensosialisasikan standar baru yang diimplementasikan pada aktivitas proses produksi. Setelah diterapkan metode Six Sigma, Analisis ABC dan PDCA dapat diketahui bahwa defect free residual chlorine sampel cooling water mengalami penurunan sebesar 50,18%, dari data awal sebelum perbaikan dengan rata-rata sampel off spec parameter free residual chlorine adalah 22,08 sampel/bulan (tahun 2017) menjadi 11 sampel/bulan (Mei-Juni 2018).

Kata Kunci: Free Residual Chlorine, Six Sigma, Analisis ABC, PDCA

1. PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan perusahaan petrokimia terbesar di Indonesia, yang mengoperasikan satu-satunya pabrik Butadiene di Indonesia. Di pabrik Butadiene, cooling water merupakan salah satu komponen penting dalam proses produksi 1.3 Butadiene dan Rafinate-1. Cooling water berfungsi sebagai pendingin proses yang kebanyakan digunakan pada condenser di setiap tower destilasi maupun system heat exchanger lainnya. Cooling water system di pabrik Butadiene dioperasikan oleh sebuah unit yang bernama Cooling Tower. Dalam pengoperasian cooling water system ini dilakukan beberapa treatment untuk menjaga kualitas dari cooling water. Quality dari cooling water dapat diketahui dari hasil sample cooling water di cooling tower. Tidak semua sampel cooling water sesuai spesifikasi (on spec).

Tujuan yang akan dicapai adalah :

- Mengetahui jenis defect yang terjadi dalam sampel cooling water .
- Mengidentifikasi akar penyebab timbulnya defect sampel cooling water pada cooling water system di Butadiene Plant.
- Merencanakan langkah perbaikan untuk mengurangi defect pada sampel cooling water dengan metode Six Sigma, Analisis ABC dan PDCA.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cooling Tower

Cooling Tower adalah unit proses untuk mendinginkan air hangat dalam jumlah besar dengan menggunakan udara yang mengandung sedikit uap air sehingga sebagian air akan berpindah dalam bentuk uap air ke aliran udara

2.2. Six Sigma

Six Sigma menggunakan alat statistik untuk mengidentifikasi beberapa faktor vital. Siklus DMAIC merupakan proses kunci untuk peningkatan secara kontinyu menuju target Six Sigma. Siklus DMAIC digunakan untuk proyek perbaikan Six Sigma yang terdiri dari 5 langkah seperti yang dijabarkan oleh Santolo dkk. (2009) (dalam jurnal Diana Puspita Sari, 2016), yaitu Define (D), Measure (M), Analyze (A), Improve (I), dan Control (M).

2.3. Perhitungan Tingkat Sigma

Semakin nilai sigma-nya mendekati enam sigma maka kinerja dari proses dapat dikatakan sangat baik. Dasar perhitungan tingkat sigma adalah menggunakan DPMO untuk data attribute. Ratna (2017) menjelaskan teori dan formula dari (Montgomery, 2005) bahwa cara menentukan DPMO dan tingkat sigma adalah sebagai berikut :

- Hitung Defect per Unit (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Total Kerusakan}}{\text{Total Produksi}}$$

- b. Hitung *Defect per Opportunity* (DPO) yang merupakan kegagalan per satu kesempatan.

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ}$$
- c. Hitung *Defect per Million Opportunity* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$
- d. Hitung tingkat *sigma*, tingkatan *sigma* dapat dengan mudah dihitung dengan *Microsoft excel* menggunakan formula sebagai berikut :
 Tingkat sigma

$$= \text{NORMSINV} (1 - \text{DPMO} / 1.000.000) + 1,5$$

2.4. Metode Analisis ABC

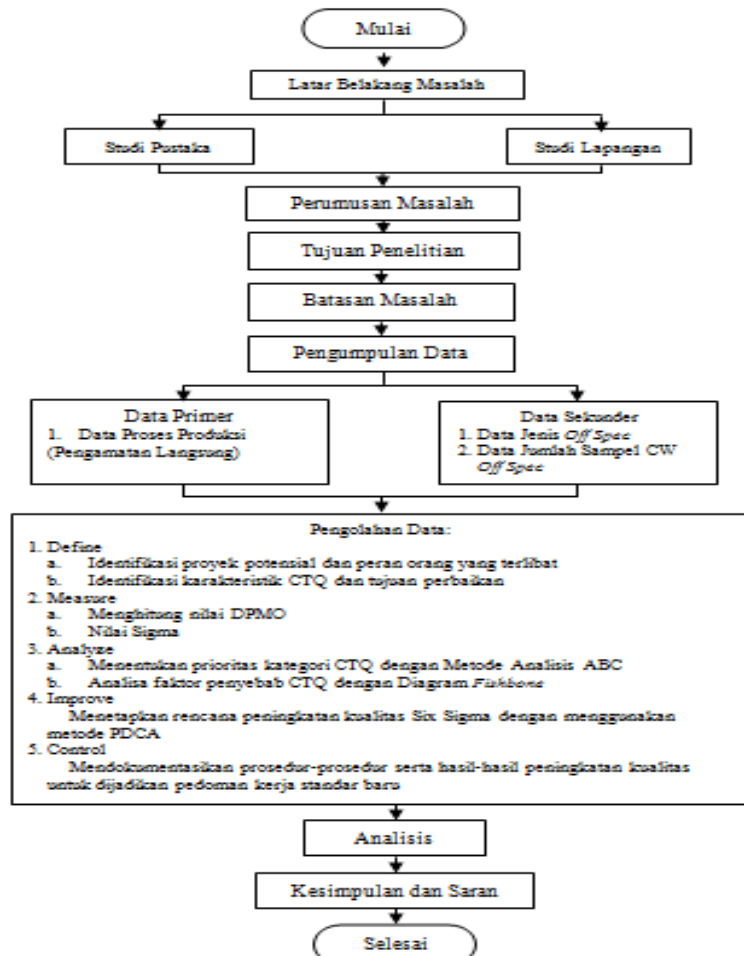
Azizah Aisyati dkk (2012) menjelaskan pendapat Chu, dkk (2008) bahwa Metode Analisa ABC merupakan suatu metode klasifikasi yang mengelompokkan barang berdasarkan tingkat kepentingan dari suatu item. Namun dalam penelitian ini metode Analisis ABC akan digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan yang harus diprioritaskan dalam melakukan perbaikan untuk menangani *defect* yang terjadi dalam proses produksi.

2.5. Plan – Do – Check – Action (PDCA)

Suryana (2017) menjelaskan pendapat Syadu Sugian O. (2016:168) dari Kamus Manajemen Mutu dijelaskan bahwa PDCA *Cycle* adalah empat langkah untuk peningkatan mutu, yaitu *Plan* (membuat perencanaan), *Do* (melaksanakan apa yang direncanakan), *Check* (periksa apakah hasilnya sesuai yang diinginkan), dan *Act* (tindak lanjut langkah untuk mencegah berulangnya masalah yang sama/mencari peluang perbaikan berikutnya).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada hasil uji sampel *cooling water* di *Cooling Water System* Butadiene Plant PT XYZ yang mengalami *defect (off spec)*. Berikut ini merupakan *flow chart* pemecahan masalah dari penelitian yang dilakukan :



Gambar 1. Flowchart Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan data hasil uji laboratorium sampel *cooling water* pada bulan Januari 2017 s/d Desember 2017 yang mengalami *off spec*.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Defect Sampel Cooling Water

No	Periode	Jml Pengambilan Sampel	Parameter Jenis Off Spec		
			pH	Free Residual Chlorine	Total Hardness (CaCO3)
1	Jan	31	28	27	3
2	Feb	28	22	22	2
3	Mar	31	31	21	4
4	Apr	30	23	23	7
5	Mei	31	31	6	9
6	Juni	30	28	17	11
7	Juli	31	28	26	9
8	Agust	31	30	30	21
9	Sept	30	24	28	23
10	Okt	31	6	23	30
11	Nov	30	11	17	20
12	Des	31	5	25	14
Total		365	267	265	153

Tabel 2. Parameter Sampel *Cooling Water*

No	Parameter	Unit	Control Range
1	pH	-	7,4 – 8,2
2	Calcium Hardness	ppm CaCO ₃	< 120
3	Total Hardness	ppm CaCO ₃	< 180
4	M-Alkalinity	pm CaCO ₃	< 200
5	Silica	ppm SiO ₂	< 150
6	Iron	ppm Fe	< 3
7	Conductivity	us/cm	< 2.000
8	Free Residual Halogen	ppm	0,2 – 0,5
9	Chloride	ppm	< 150
10	Turbidity	NTU	20, maximum
11	Zinc Content	ppm	1 – 2
12	Ortho-PO ₄	ppm PO ₄	7 – 12
13	Total Bacteria	Cfu/ml	< 10.000
14	Mild Stell Corrosion Rate	MPY	< 2,0

Kemudian langkah selanjutnya adalah melakukan langkah perbaikan menggunakan siklus DMAIC pada *Six Sigma* serta Metode Analisis ABC dan PDCA :

4.1 Define

- a. Identifikasi Proyek Potensial yang Akan Diamati
Cooling water berfungsi sebagai pendingin proses produksi yang kebanyakan digunakan pada *condenser* di setiap *tower* proses destilasi maupun system *heat exchanger* lainnya. *Quality* dari *cooling water* menjadi point penting yang harus dijaga untuk menjaga *performance* proses pendinginan dengan beberapa *treatment*.
- b. Menentukan Orang-orang Yang Berperan
Terdapat beberapa pihak yang ikut membantu dalam usaha peningkatan kualitas *Six Sigma* diantaranya *staff engineer* serta orang operation produksi (*operator*).
- c. Menentukan Tujuan yang Akan Dicapai
Melakukan implementasi *Six Sigma* pada *Cooling Water System* dengan mengurangi sampel *cooling water* yang mengalami *off spec* di *cooling water system* guna menjaga kualitas *cooling water* di sistem produksi Butadiene.
- d. Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)/ Karakteristik Kualitas Kunci
Tidak semua parameter termasuk dalam karakteristik kualitas kunci yang kritikal karena tidak semua dari parameter tersebut yang menjadi *point monitoring* dari pihak *operation manager*.

Tabel 3. *Critical to Quality* (CTQ)

No	Critical to Quality (CTQ)	Keterangan
1	pH	7,4 – 8,2
2	Total Hardness	< 180 ppm
3	Free Residual Halogen (Chlorine)	0,2 – 0,5 ppm

4.2 Measure

Measure dalam *six sigma* berupa alat statistik dan berupa perhitungan DPMO dan nilai *sigma* .

Tabel 4. Hasil Perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma

	pH	Free Residual Chlorine	Total Hardness (CaCO ₃)
DPU	0,7315	0,726	0,4192
DPO	0,2438	0,242	0,1397
DPMO	243.800	242.000	139.700
Tingkat Sigma	2,1940	2,1998	2,5815
Rata-rata Sigma		2,3251	

4.3 Analyze

Pada tahap ini dilakukan penentuan akar penyebab dari CTQ kunci dengan menggunakan alat bantu diagram sebab-akibat (Diagram *Fishbone*). Namun sebelumnya akan dilakukan pemilihan CTQ kunci yang paling dominan menggunakan metode analisis ABC. Metode analisis ABC ini diterapkan pada tahap *analyze* karena untuk membantu dalam menentukan CTQ yang mana untuk terlebih dahulu dilakukan perbaikan berdasarkan tingkat kepentingannya.

a. Metode Analisis ABC

Dengan langkah mengetahui volume tahunan dalam nilai uang, menghitung persentase volume tahunan dalam nilai uang (biaya) kemudian jenis CTQ diurutkan berdasarkan persentase nilai biaya penanganannya. Hasil Analisis ABC terlihat pada tabel di bawah ini:

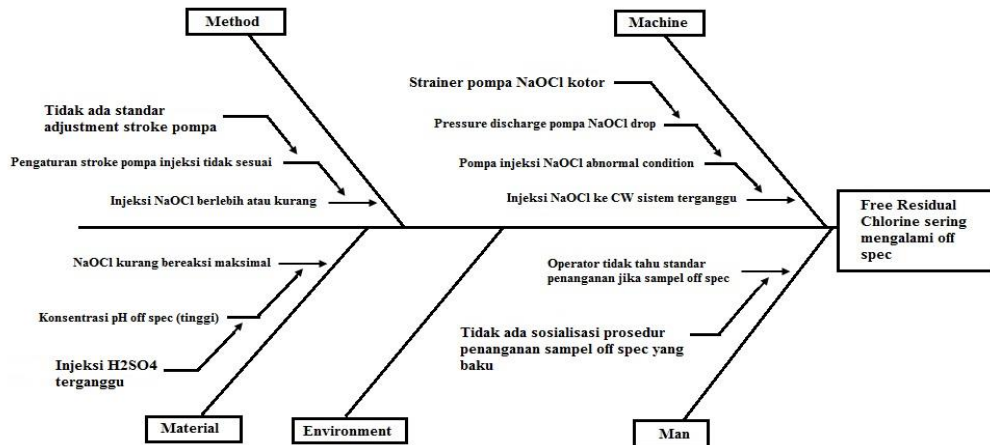
Tabel 5. Hasil Analisis ABC

No	Jenis CTQ	Jumlah Sampel Off Spec	Biaya	% Biaya	% Kumulative	Kelas
1	Free Residual Chlorine	265	Rp. 291.981.760	47,66 %	47,66 %	A
2	Total Hardness	153	Rp. 171.696.000	28,03 %	73,69 %	B
3	pH	267	Rp. 148.906.800	24,31 %	100 %	C
	Total	685	Rp. 612.584.560	100 %		

CTQ yang akan terlebih dahulu dilakukan perbaikan adalah *Free Residual Chlorine* dengan nilai persentase 47,66%.

b. Menentukan Akar Penyebab Masalah dengan *Fishbone Diagram*

Fishbone Diagram adalah salah satu alat pengendali kualitas yang dapat digunakan untuk mencari akar penyebab suatu masalah. Dari hasil analisis ABC diketahui bahwa CTQ yang akan diperbaiki terlebih dahulu adalah *Free Residual Chlorine*.



Gambar 2. Diagram Fishbone *Free Residual Chlorine Off Spec*

4.4 Improve

Tahap *improve* menggunakan PDCA dengan tujuan agar lebih rinci dalam menyusun rencana perbaikan.

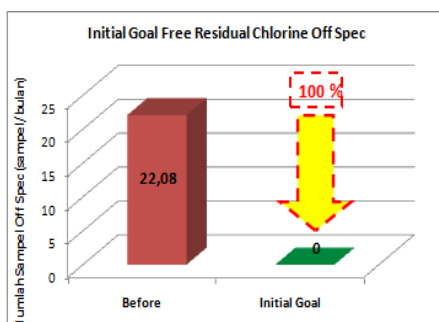
a. *Plan*

- 1) Langkah 1: Menentukan Tema dan Judul

Tabel 6. Analisa PQCDMSME *Initial Goal*

Faktor	Kondisi Awal	Target
<i>Productivity</i>	Adanya kemungkinan penurunan <i>productivity</i> karena menurunnya <i>performance condenser</i>	<i>Performance konduktor</i> tetap terjaga
<i>Quality</i>	<i>Quality CW</i> sulit tercapai	<i>Quality CW</i> sesuai spesifikasi
<i>Biaya (cost)</i>	Adanya <i>chemical lost</i> sebesar 112,5 \$/bulan	Tidak ada <i>chemical loss</i>
<i>Delivery</i>	Tidak ada dampak terhadap <i>delivery</i>	Tidak ada dampak terhadap <i>delivery</i>
<i>Safety</i>	Adanya resiko terpapar <i>chemical</i> saat <i>filling</i> dan injeksi	Resiko terpapar <i>chemical</i> saat <i>filling</i> dan injeksi dapat dikurangi
<i>Moral</i>	<i>Shift grup</i> tidak merasa nyaman saat bekerja di CT area	Kebersihan area meningkat sehingga <i>shift grup</i> lebih merasa nyaman saat bekerja di CT area, terutama kegiatan AM
<i>Environment</i>	Adanya polusi air dan tanah	Polusi air dan tanah dapat dihilangkan

Data dari tabel analisa PQCDMSME dalam penetapan *initial goal* di atas dapat dilihat bahwa data kondisi awal *quality* pada *Cooling Water System* sulit tercapai yang diketahui dari hasil uji laboratorium sampel *cooling water* yang mengalami *off spec* diakibatkan karena beberapa faktor. Sedangkan untuk target yang ingin dicapai adalah *quality* dari *Cooling Water* sesuai spesifikasi yaitu melalui hasil uji laboratorium terhadap sampel *cooling water* yang *on spec*.



Gambar 3. Histogram Initial Goal Free Residual Chlorine Off Spec

Maka pada penelitian ini ditetapkan target awal untuk meningkatkan kualitas dari *cooling water* dengan mengurangi tingkat *off spec* sampel *cooling water* dengan rata-rata sampel *off spec* per bulan 22,08 unit menjadi 0 unit. Dengan data tersebut maka judul dalam perbaikan masalah ini yaitu **“Meningkatkan Kualitas *Cooling Water* pada *Cooling Water System* di Butadiene Plant ”**

2) Langkah 2: Menganalisa Penyebab

Analisa akar penyebab masalah kualitas *cooling water* sulit tercapai telah dilakukan pada tahap *Analyze*. Hasil dari analisisnya adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Daftar Kandidat Penyebab Dominan

No	Daftar Kandidat Penyebab Dominan
1	Strainer pompa NaOCl kotor
2	Tidak ada standar <i>adjustment stroke</i> pompa
3	Tidak ada sosialisasi prosedur penanganan sampel <i>off spec</i> yang baku
4	Injeksi H ₂ SO ₄ terganggu

3) Langkah 3: Menguji dan Menentukan Penyebab Dominan

Menggunakan uji *literature* dan uji *evidence*, yaitu membandingkan data *actual* yang didapatkan dari hasil observasi di lapangan dan data yang sudah ada.

a) Strainer Pompa NaOCl Kotor

Strainer pompa injeksi NaOCl yang kotor dapat membuat *pressure discharge* pompa akan *drop*. Maka faktor *strainer* pompa NaOCl memiliki hubungan atau korelasi yang kuat terhadap sampel *cooling water* pada spesifikasi *free residual chlorine* mengalami *off spec*.

b) Tidak Ada Standar Adjustment Stroke Pompa

Faktor tidak adanya standar *adjustment stroke* pompa NaOCl memiliki korelasi kuat terhadap hasil sampel *cooling water* yang *off spec* pada item *free residual chlorine*.

c) Tidak Ada Sosialisasi Prosedur Penanganan Sampel *Off Spec* yang Baku

Langkah awal yang biasa dilakukan *operator shift* hanya dengan menaikkan atau menurunkan *stroke* dan *speed* pompa injeksi dan tidak ada *monitoring performance* injeksi.

d) Injeksi H₂SO₄ Terganggu

NaOCl merupakan bahan kimia yang digunakan untuk mencegah pertumbuhan *microbiology* (lumut) yang dapat bereaksi secara maksimal pada kondisi pH 7,4 – 8,2 (**sesuai parameter on spec pH cooling water**). Sedangkan konsentrasi pH diatur oleh injeksi H₂SO₄. Hal yang sering terjadi adalah proses injeksi H₂SO₄ terganggu yang dapat membuat pH *cooling water* menjadi tinggi (basa). Jika konsentrasi pH tinggi atau lebih dari 8,4 maka NaOCl tidak dapat bereaksi maksimal. Maka dari itu faktor injeksi H₂SO₄ terganggu tersebut memiliki

korelasi kuat terhadap hasil sampel *cooling water* yang mengalami *off spec* pada item *free residual chlorine*.

- 4) Langkah 4a: Membuat Rencana Perbaikan
Setelah melakukan pengujian terhadap kandidat penyebab dominan dengan menggunakan uji *literature* dan uji *evidence*, langkah selanjutnya yaitu membuat rencana perbaikan terhadap penyebab masalah tersebut.

Tabel 8. Rencana Perbaikan 5W1H

No	Penyebab Dominan	Why	What	Where	When	Who	How
1	Strainer pompa NaOCl kotor	Untuk mengontrol tingkat laju pertumbuhan lumut	Melakukan injeksi NaOCl ke basin <i>cooling tower</i>	PT-8801	April 2018	Member Group B	Melakukan <i>logging patrol discharge pressure</i> pompa injeksi di setiap <i>shift</i>
2	Tidak ada standar <i>adjustment stroke</i> pompa	Untuk mengatur jumlah <i>flowrate</i> NaOCl yang diinjeksikan	Melakukan <i>adjustment stroke</i> dan <i>speed</i> pompa injeksi	PT-8801	April 2018	All member group <i>shift</i>	Membuat standar <i>adjustment stroke</i> dan <i>speed</i> sesuai tingkat <i>off spec</i> yang dialami
3	Tidak ada sosialisasi prosedur penanganan sampel <i>off spec</i> yang baku	Sebagai pedoman operator dalam usaha penanganan jika sampel <i>off spec</i>	Mempertimbangkan untuk membuat instruksi yang baku kepada operator jika sampel <i>off spec</i>	PT-8801	April 2018	All member group <i>shift</i>	Membuat <i>Operating Instruction (OI)</i> dan <i>check sheet monitoring system</i> injeksi yang diketahui <i>staff</i> dan <i>shift supervisor</i>
4	Injeksi H ₂ SO ₄ terganggu	Untuk menjaga pH <i>content cooling water</i>	Melakukan injeksi H ₂ SO ₄ ke basin <i>cooling tower</i>	PT-8801	April 2018	Member Group B	Melakukan kalibrasi injeksi H ₂ SO ₄ bersama pihak <i>vendor chemical</i> .

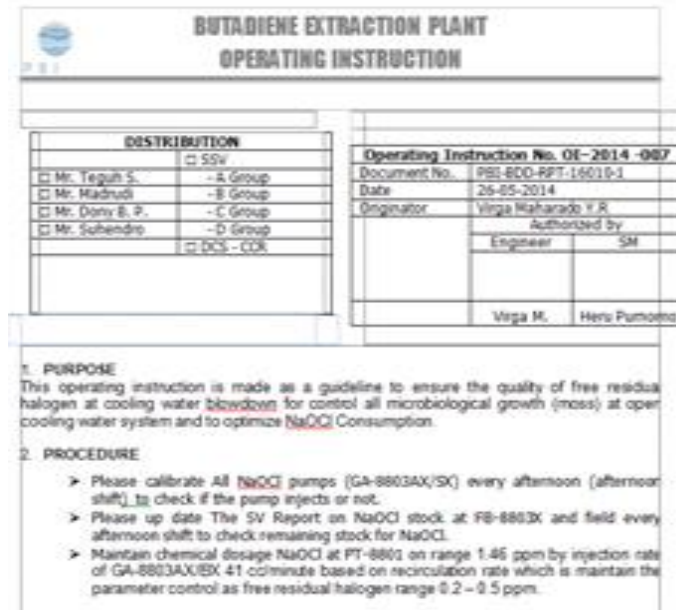
b. Do

- 1) *Strainer* Pompa NaOCl Kotor
Dengan melakukan *logging patrol discharge pressure* pompa injeksi NaOCl di setiap *shift* bertujuan agar sistem injeksi NaOCl ke *basin cooling tower* dapat dimonitor. Serta jika diketahui *discharge pressure* pompa *drop* akibat *strainer* kotor dapat segera melakukan *quick action* dengan *switching* ke pompa *standby* dan kemudian pompa yang bermasalah dapat dibersihkan *strainernya*.
- 2) Tidak Ada Standar *Adjustment Stroke* Pompa
Membuat standar untuk *adjustment stroke* dan *speed* pompa injeksi berdasarkan hasil uji laboratorium sampel *cooling water*.

Tabel 9. Standar *Adjustment Stroke* dan *Speed* Pompa NaOCl

Parameter On Spec (ppm)	Hasil Sampel (ppm)	Stroke/speed (%)	Keterangan
	0	100/100	<i>Off spec</i>
	< 0,2	80/80	<i>Off spec</i>
0,2 – 0,5	0,2 – 0,5	60/60	<i>On spec</i>
	0,5 – 1,0	50/50	<i>Off spec (Check injection if no inject slowly increase to 60/60 %)</i>
	> 1,0	0/0	<i>Off spec (Pump stop)</i>

- 3) Tidak Ada Sosialisasi Prosedur Sampel *Off Spec* yang Baku
Dengan adanya prosedur baku dalam penanganan sampel *cooling water* yang *off spec* dan mensosialisasikannya akan membuat *operator* lebih nyaman dan yakin karena telah memiliki dasar dalam melakukan *action*.



Gambar 4. Operating Instruction (OI) sebagai Prosedur Penanganan Sampel CW *Off Spec*

4) Injeksi H₂SO₄ Terganggu

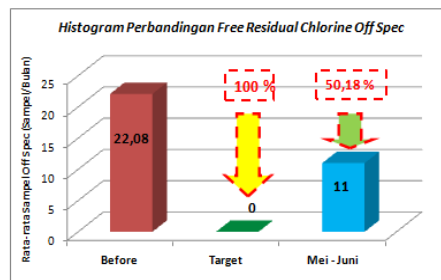
Perbaikan yang dilakukan adalah melakukan kalibrasi injeksi H₂SO₄ bersama pihak *vendor chemical* dan selalu melakukan *monitor performance* pompa injeksi.

c. *Check*

Dilakukan perbandingan dengan *action plant* atau target awal (*initial goal*) pelaksanaan *improvement* tersebut. Berikut merupakan data rekapitulasi hasil uji laboratorium sampel *cooling water* pada bulan Mei dan Juni 2018:

Tabel 10. Data Hasil Uji Sampel CW Setelah Perbaikan

No	Periode	Jumlah Pengambilan Sampel (sampel)	Parameter <i>Free Residual Chlorine yang Off Spec</i> (sampel/bulan)
1	Mei	31	12
2	Juni	30	10
Total		61	22
Rata-rata			11



Gambar 5. Histogram Perbandingan Sebelum, Target dan Hasil Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan dapat diketahui bahwa hasil sampel *cooling water off spec* mengalami penurunan dari rata-rata 22,08 sampel/bulan menjadi 11 sampel/bulan, atau mengalami penurunan sebesar 50,18%.

Tabel 11. Analisa PQCD SME Setelah Perbaikan

ASPECT	SEBELUM PERBAIKAN	TARGET	SETELAH PERBAIKAN	KETERANGAN
Productivity (P)	Adanya kemungkinan penurunan produktivitas produksi karena menurunnya <i>performa condenser dan cooling tower sistem</i>	<i>Performa condenser dan cooling tower sistem</i> tetap terjaga	<i>Performa condenser, cooling tower system dan produktivitas produksi</i> tetap terjaga	Dengan menjaga <i>performa condenser dan cooling tower system</i> pada kondisi "Clean", maka <i>plant capacity</i> dapat dijaga
Quality (Q)	Kualitas <i>cooling water</i> di <i>cooling tower</i> sulit dijaga <i>on-spec</i>	Kualitas <i>cooling water</i> di <i>cooling system</i> <i>on spec</i>	Kualitas <i>cooling water</i> di <i>cooling system</i> meningkat	Perbaikan terus menerus sampai <i>on spec</i> 100%
Cost (C)	Adanya kemungkinan <i>cleaning condenser</i> karena <i>performance</i> menurun	Tidak ada <i>cleaning condenser</i> di luar jadwal <i>total overhaul</i>	Tidak ada kejanggalaan dan <i>performance condenser</i>	<i>Cost saving</i> untuk biaya <i>maintenance activity</i>
Delivery (D)				
Safety (S)				
Moral (M)	<i>Operator</i> tidak mengetahui tindakan yang harus dilakukan saat terjadi <i>sampel off spec</i>	<i>Operator</i> lebih mudah untuk melakukan <i>quick action</i> ketika mengetahui jika <i>sampel off spec</i>	<i>Operator</i> lebih mudah untuk melakukan <i>quick action</i> ketika mengetahui jika <i>sampel off spec</i> dan tingkat kesadarannya untuk <i>monitor</i> meningkat	Dengan melakukan kegiatan <i>patroll logging</i> yang terjadwal
Environment (E)				

d. *Action*

1) Langkah 6: Membuat Standar Baru

Berupa standar prosedur yang diterapkan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas *cooling water* pada *cooling water system* di Butadiene Plant dimana langkah-langkahnya antara lain *Patrol check level* bahan kimia dan *pressure* pompa injeksi sesuai *Patrol Line Logging Area Cooling Tower, Inspection Point area cooling tower* sesuai dengan *point* yang telah ditentukan dan melakukan *quick action* berkolaborasi dengan pihak *vendor chemical* (NALCO) dan *maintenance* (MTN) apabila terjadi masalah pada pompa injeksi.

2) Langkah 7: Mengumpulkan Data Baru dan Menentukan Rencana Berikutnya

Tabel 12. Data Baru

No	Periode	Jumlah Pengambilan Sampel (sampel)	Parameter <i>Free Residual Chlorine</i> yang <i>Off Spec</i> (sampel/bulan)
1	Mei	31	12
2	Juni	30	10
Total		61	22
Rata-rata			11

Tabel 13. Data Rencana Perbaikan Selanjutnya

No	Jenis CTQ	Jumlah Sampel <i>Off Spec</i> (sampel/tahun)
1	pH	267

Dari data baru di atas berupa jumlah sampel *cooling water* yang mengalami *off spec* pada parameter *Free Residual Chlorine* rata-rata per bulan di tahun 2018 masih ada 11 sampel/bulan. Maka pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan perbaikan terhadap jumlah sampel yang *off spec* akibat *free residual chlorine* dan pH.

4.5 Control

Tahapan terakhir dalam implementasi Six Sigma adalah tahapan *control* (pengendalian). Tahap *control* dalam Six Sigma terdiri dari proses mendokumentasikan

prosedur-prosedur serta hasil-hasil peningkatan kualitas untuk dijadikan pedoman kerja standar guna mencegah masalah yang sama atau praktek-praktek lama terulang kembali yaitu dengan menerapkan perbaikan yang terus menerus (*continous improvement*) yang sesuai dengan konsep dasar Six Sigma. Berikut merupakan tindakan-tindakan yang perlu dilakukan :

- a. Melakukan tindakan perbaikan pada setiap penyebab masalah yang meliputi : melakukan *logging patrol discharge pressure* pompa injeksi di setiap *shift*, membuat standar *adjustment stroke* dan *speed* sesuai tingkat *off spec* yang dialami, membuat *Operating Instruction* (OI) dan *check sheet monitoring system* injeksi yang diketahui *staff* dan *shift supervisor*, dan melakukan kalibrasi injeksi H₂SO₄ bersama pihak *vendor chemical*.
- b. Membuat *Standar Operation Procedure* (SOP) baru yang disosialisasikan kepada seluruh bagian *operation* khususnya *operator shift*, meliputi *patrol check level* bahan kimia dan *pressure* pompa injeksi sesuai *Patrol Line Logging Area Cooling Tower*, *Inspection Point area cooling tower* sesuai *point inspection* yang telah ditentukan, dan melakukan *quick action* berkolaborasi dengan pihak *vendor chemical* (NALCO) dan *maintenance* (MTN) apabila terjadi masalah pada pompa injeksi.
- c. Melakukan perhitungan DPMO dan tingkat Sigma secara rutin pada setiap periode tertentu terhadap hasil uji laboratorium sampel *cooling water* untuk mengetahui kemampuan proses produksi khususnya *cooling water system* dalam menghasilkan *output* tanpa *off spec*.

5. KESIMPULAN

- a. Jenis *defect* yang terjadi dalam *sampel cooling water* ialah pada parameter sampel yang mengalami *off spec* meliputi pH, jika di luar *range* 7,4 – 7,8; *Free Residual Chlorine*, jika di luar *range* 0,2 – 0,5 ppm dan *Total Hardness*, jika < 180 ppm.
- b. *Cooling water off spec (defect)* yang paling dominan adalah *Free Residual Chlorine* yang *off spec*, dimana faktor penyebabnya adalah *strainer* pompa NaOCl kotor, tidak ada standar *adjustment stroke* pompa, tidak ada sosialisasi standar prosedur penanganan sampel *off spec* yang baku, serta injeksi H₂SO₄ terganggu.
- c. Langkah perbaikan untuk mengurangi *defect* sampel *cooling water* dengan metode Six Sigma, Analisis ABC, dan PDCA adalah melakukan *logging patrol discharge pressure* pompa injeksi di setiap *shift*, membuat standar *adjustment stroke* dan *speed* sesuai tingkat *off spec* yang dialami, membuat *Operating Instruction* (OI) dan *check sheet monitoring system* injeksi yang diketahui *staff* dan *shift supervisor*, serta melakukan kalibrasi injeksi H₂SO₄ bersama pihak *vendor chemical*.

DAFTAR PUSTAKA

Afiah, Milatul dan Moses L.S. 2017. Reduksi Cacat pada Produk Kaca Lembaran dengan Metode Six Sigma. Jurnal Teknik ITS. Fakultas Teknologi Industri ITS Nopember, Vol. 6 No. 2: Hal. 289 – 294. Surabaya

Aisyati, Azizah, at al. 2012. Kebijakan Persediaan Suku Cadang Pesawat Terbang untuk Mendukung Kegiatan Maintenance di PT GMF Aero Asia dengan Menggunakan Metode

Continuous Review. Proceeding Seminar Sistem Produksi X. Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Ekawati, Ratna dan Riza A.R. 2017. Analisa Pengendalian Kualitas Produk Horn PT. MI Menggunakan Six Sigma. Journal Industrial Servicess Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Vol. 3 No. 1a Hal 32 – 38. Cilegon

Gaspersz, Vincent. 2006. Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi Balanced Scorecard dengan Six Sigma. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Haming, Murdifin dan Mahfud N. 2017. Manajemen Produksi Modern Operasi Manufaktur dan Jasa. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta

Ivanto, Muhammad. 2012. Pengendalian Kualitas Produksi Koran Menggunakan Seven Tools pada PT. Akcaya Pariwara Kabupaten Kubu Raya. Jurnal Program Studi Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Tanjungpura

Kifta, Decky A. 2017. Analisis Defect Rate Pengelasan dan Penanggulangannya dengan Metode Six Sigma dan FMEA di

PT. Profab Indonesia. Jurnal Prodi Teknik Industri. STT Ibnu Sina, Vol. 2 No. 1: Hal 39 – 47. Batam

Pande, Pete dan Larry Holpp. 2007. What Is Six Sigma Berpikir Cepat Six Sigma. Penerbit Andi. Yogyakarta

Sambas, Sundana dan Hartono. 2014. Penerapan Konsep Kaizen dalam Upaya Menurunkan Cacat Appearance Unit Xenia-Avanza Proses Painting di PT. Astra Daihatsu Motor. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta

Suryana, Apraya. 2013. Cooling Tower System. Basic Training Butadiene Operation. Cilegon