

IMPLEMENTASI SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI CACAT LAS JENIS POROSITY PADA PENGELASAN PIPA STEAM DI PROJECT NND AREA 12 PT. CPI DURI RIAU

Denny Astrie Anggraini¹⁾, Nuzul Prima Putra²⁾

¹⁾²⁾ Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Riau

Email ¹⁾ : d_nny0204@yahoo.com

Email ²⁾ : zoel_prima@yahoo.com

ABSTRAK

PT. Chevron Pasific Indonesia (CPI) bergerak di bidang perminyakan dengan aktivitas proses seperti *drilling*, konstruksi (*civil*, elektrik, *piping*) dan lain- lain. Proses konstruksi khususnya *piping* merupakan proses penyambungan pipa dengan cara pengelasan. Pipa berfungsi untuk mengalirkan minyak dari pengeboran ke tempat penyimpanan minyak. Kelancaran aliran minyak bergantung pada kualitas hasil pengelasan pipa sehingga kebocoran pipa selama proses dapat diminimasi. Hasil pengamatan di lapangan memperlihatkan masih banyak hasil pengelasan dengan kualitas yang kurang bagus. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian bertujuan untuk meminimasi cacat pengelasan dengan menggunakan *Six Sigma*. Pada tahap *define* teridentifikasi cacat las yang paling dominan yaitu cacat *porosity*. Tahap *measure* didapatkan CTQ potensial adalah prosedur pemakaian elektroda yang salah (elektroda lembab/basah) serta kampuh las yang berminyak/ kotor. Tahap *analyze* menggunakan metode 5W+1H untuk menganalisis akar penyebab cacat *porosity* untuk digunakan sebagai pedoman dalam membuat acuan kerja pada tahapan *improve*. Hasil akhir penelitian disimpulkan perlunya dilakukan pengendalian/pengawasan, kerjasama antara *Quality Control* (QC) dan *welder* (juru las) dan mengikuti acuan kerja dan pedoman kerja sesuai dengan *Welding Procedure Standard* (WPS).

Kata Kunci : Pengelasan, 5W+1H, *Six Sigma*

ABSTRACT

PT. Chevron Pasific Indonesia (CPI) is an oil company with some activity process such as drilling, construction (civil, electric, piping) etc. Construction process, especially piping is a piping joint process with welding method. Piping for an oil company has function to transport an oil from drilling sites to storage. This transportation will work fluently depend on quality of welding so that piping leak within process could be minimized. A survey result showed that there were some piping with poor quality of welding. Based on this situation, research was conducted with objective to minimized welding defect using six sigma method. Define stage identified that porosity was a dominant welding defect. Measure stage found out 2 potential CTQ, that were inappropriate procedures in using electrode(wet electrode) and dirty/oily welding. 5W+1H was used at analyze stage to analyze root cause of porosity defect. Result of 5W+1H was used as guidance to made new work instruction at improve stage. Final result pointed out two conclusion, there were controlling and team work between QC and welder and using welding procedure standard (WPS) as guidance in welding process.

Keywords: *welding, 5W+1H, Six Sigma*

1. PENDAHULUAN

PT CHEVRON-DURI merupakan salah satu perusahaan besar di Indonesia. Dalam memproduksi minyak, PT.CHEVRON-DURI juga mendapatkan kendala-kendala pada kegiatan rutinnya terutama masalah perawatan/perbaikan terhadap fasilitas produksinya, seperti pada

kegiatan pengelasan pipa yang akan dibahas pada penelitian ini. Pengamatan penelitian difokuskan pada proses pengelasan karena proses pengelasan adalah perlakuan untuk fasilitas pemipaan dalam upaya perawatan/maintenance proses yang bersifat rutin.

Didalam suatu pengelasan sudah ada suatu prosedur/aturan yaitu berupa code atau standar yang bisa juga prosedur/standar tersebut dibuat oleh pemilik project (owner). Apabila hasil dari pengelasan tidak baik atau ditemukan adanya cacat yang tidak sesuai dengan code/standar yang diinginkan, maka cacat tersebut harus diperbaiki sampai cacat tersebut hilang. Dan untuk memastikan bahwa cacat tersebut sudah hilang dilakukan dengan NDT (Non Destructiv Test) atau Tes Tanpa Merusak yaitu dengan Radiography test.

Walaupun proses pengelasan telah dilaksanakan dengan baik, namun pada kenyataannya masih ditemukan terjadinya kesalahan-kesalahan/cacat pada mutu produk pengelasan yang dihasilkan, yaitu mutu hasil pengelasan tidak sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan oleh perusahaan/produsen, seperti : *Porosity, Incomplete fusion, Undercut, Incomplete penetration, Concavity, Slag, Cracks, Burn Through* dan lain-lain. Faktor-faktor yang menyebabkan hasil pengelasan tersebut tidak sesuai dengan apa yang diharapkan, bisa disebabkan oleh bahan baku, tenaga kerja, lingkungan dan kinerja mesin (peralatan) dan lain-lain.

Oleh karena itu perusahaan harus lebih fokus terhadap mutu/ kualitas pengelasan dengan cara melakukan pengawasan/ pengendalian mutu pada proses pengelasan agar dapat diperoleh hasil pengelasan yang sesuai dengan yang diharapkan. Untuk dapat memperbaiki/meningkatkan mutu pengelasan tersebut, salah satu metode yang dapat digunakan adalah Six Sigma dan dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). Dengan diterapkan metode ini diharapkan cacat-cacat las dalam pengelasan dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Kualitas

Pengertian tradisional tentang konsep kualitas hanya berfokus kepada aktivitas inspeksi untuk mencegah lolosnya produk-produk cacat ke tangan pelanggan. Pada masa sekarang, pengertian dari konsep kualitas adalah lebih luas dari pada sekedar aktivitas inspeksi. Pengertian modern dari konsep kualitas adalah membangun sistem kualitas modern.

Pada dasarnya, sistem kualitas modern dapat dicirikan oleh lima karakteristik yang akan diuraikan berikut ini: (Gasperz, 2002)

1. Sistem kualitas modern berorientasi pada pelanggan.
2. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya partisipasi aktif yang dipimpin oleh manajemen puncak dalam proses peningkatan kualitas secara terus-menerus.
3. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya pemahaman dari setiap orang terhadap tanggung jawab spesifik untuk kualitas.
4. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya aktivitas yang berorientasi pada tindakan pencegahan kerusakan, bukan berfokus pada upaya untuk mendeteksi kerusakan saja.
5. Sistem kualitas modern dicirikan oleh adanya suatu filosofi yang menganggap bahwa kualitas merupakan "jalan hidup" (*way of life*).

Menurut Juran, 1974 suatu produk dapat dikatakan berkualitas jika produk tersebut memiliki kemampuan untuk memuaskan konsumen pemakainya. Ia mendefinisikan kemampuan ini dalam 5 dimensi, yaitu produk harus dapat digunakan sesuai keinginan pemakai, harus dapat diandalkan, mudah diperbaiki, mudah pemeliharaannya, dan memiliki aturan penggunaan yang

sederhana/ mudah. Untuk dapat selalu mempertahankan kualitas yang baik dan konsisten, diperlukan suatu aktivitas yang disebut pengendalian kualitas (*quality control*). Pengendalian kualitas didefinisikan sebagai suatu sistem yang digunakan menjaga level yang diinginkan dari kualitas produk dan jasa. Pengendalian kualitas juga mempunyai pengertian penggunaan teknik-teknik dan aktivitas-aktivitas dalam upaya mencapai, mempertahankan, dan memperbaiki kualitas dari suatu produk dan jasa. Dalam istilah “kendali kualitas” mengandung pengertian bahwa kualitas bukan berarti terbaik, tetapi “terbaik” dalam memuaskan kebutuhan pelanggan tertentu.

Tujuan pengendalian kualitas adalah :

1. Secara umum
 1. Pencapaian kebijaksanaan dan target perusahaan secara efisien
 2. Perbaikan hubungan manusia
 3. Peningkatan moral karyawan
 4. Pengembangan kemampuan tenaga kerja
2. Secara khusus
 1. Memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan
 2. Penurunan ongkos kualitas secara keseluruhan

2.2. Metode Six Sigma

Menurut *Gasparz, 2002 Six Sigma* merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas yang dramatis yang diterapkan oleh perusahaan motorola sejak tahun 1986 yang merupakan terobosan baru di bidang manajemen kualitas. Tujuan *Six Sigma* tidak berkaitan dengan pengenalan alat baru hanya berupa metodologi *Six Sigma* yang berfokus pada kemampuan untuk meningkatkan alat-alat bantu tersebut menjadi suatu aliran yang logis. Ada tiga yang menjadi target usaha *Six Sigma* yaitu :

- ✓ Meningkatkan kepuasan pelanggan
- ✓ Mengurangi waktu siklus
- ✓ Mengurangi cacat (defect)

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan/atau jasa) diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar).

Semakin tinggi target sigma yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. Sehingga 6-sigma otomatis lebih baik daripada 4-sigma, 4-sigma lebih baik dari 3-sigma. *Six Sigma* juga dapat dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (*dramatic*) di tingkat bawah. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*). Ada enam aspek konsep *Six Sigma* yang harus diperhatikan dalam menerapkan di bidang *manufacturing*, yaitu: (*Gasparz, 2002*)

- Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
- Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*critical-to-quality*) individual.

- Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses kerja, dll.
- Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai USL dan LSL dari setiap CTQ).
- Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
- Mengubah desain produk dan/atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target Six Sigma, yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, C_{pm} minimum sama dengan dua ($C_{pm} \geq 2$).

Tahapan *six sigma* :

1. Define

Define atau pendefinisian merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada penerapannya diperlukan alat-alat bantu kualitas (*quality tool*).

Pada tahap *define* kita perlu mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan : (Brue, 2002)

- Mengidentifikasi masalah penting dalam proses.
- Memilih suatu proyek untuk mengatasi satu atau lebih masalah dan menentukan parameter proyek itu.
- Menetapkan beberapa faktor vital untuk diukur, dianalisa, diperbaiki, dan dikendalikan.

2. Measure

Measure atau pengukuran merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahap ini merupakan salah satu pembeda *Six Sigma* dengan metoda pengendalian kualitas lainnya. Pengukuran dilakukan untuk menilai kondisi proses yang ada.

Menurut Gasperz, 2002, terdapat 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu :

- Memilih dan menentukan karakteristik kualitas (CTQ) proses produksi.
- Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses (*process level*), output (*output level*), dan/ atau *outcome* (*outcome level*).
- Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, output, dan/ atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek *Six Sigma*.

3. Analyze

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Tahapan ini meliputi :

- Menentukan stabilitas dan kapabilitas/ kemampuan dari proses.
- Menentukan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*.
- Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan.

4. Improve

Tahap keempat dalam program *Six Sigma* adalah tahap *improve*, dimana pada tahap ini dilakukan untuk pengawasan dari hasil produk dengan dikaitkan terhadap acuan atau standar yang ditetapkan dari masing-masing kegiatan yang sangat berpengaruh dalam meminimasi munculnya kegagalan produk atau hasil pengelasan yang tidak sesuai.

5. Control

Tahap *control* adalah tahap operasional terakhir dalam program peningkatan kualitas. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar. Tujuan standarisasi adalah mentransformasi bagaimana praktek dilakukan mengikuti prinsip-prinsip *Six Sigma*.

3. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

- **Tahap Studi Pendahuluan**, meliputi :
 1. Perumusan Masalah yang akan diteliti,
 2. Tinjauan Pustaka dan Tinjauan Lapangan,
 3. Perumusan Tujuan Penelitian.
- **Tahap Identifikasi**, meliputi :
 1. Pemilihan Metode yang akan digunakan,
 2. Penentuan Tempat Penelitian,
 3. Penentuan Data yang dibutuhkan.
- **Tahap Pengumpulan Data**, meliputi :
 1. Pengumpulan data, permasalahan-permasalahan yang terjadi berkaitan dengan kualitas pengelasan.
- **Tahap Pengolahan dan Analisa**, meliputi :
 1. Melakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Pada tahap *Define* digunakan diagram pareto, pada tahap *measure* digunakan diagram *fishbone* dan dilakukan perhitungan kapabilitas proses saat ini, pada tahap *analyze* digunakan 5W+1H, tahap *Improve* dilakukan pembuatan acuan kerja, dan tahap terakhir pada tahap *control* dilakukan pengawasan kerja sesuai dengan acuan kerja yang dihasilkan.
 2. Pembahasan hasil pengolahan.
- **Penutup.**

4. HASIL

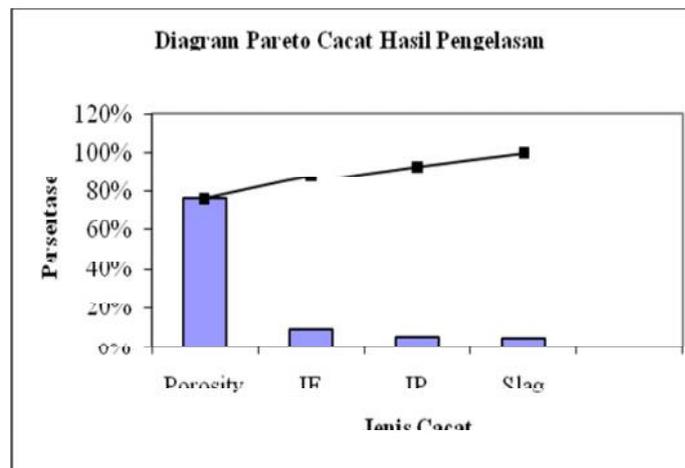
4.1. Tahap *Define*

Pengamatan dan penelitian ini dilakukan pada proses pengelasan joint, khususnya pada proses pengelasan type SMAW dan GTAW pada NDD area 12 PT. CHEVRON-DURI.

Tabel 1 Data Hasil NDT (Non Desdructive Test)-Radioraphy Test NND Area 12

Periode	Jenis Cacat			
	Incomplect Process	Incomplect Fusion	Slag	Porosity
September (2008)	1		1	5
Oktober (2008)	2	2	1	10
November (2008)	1	1		8
Desember (2008)		2	1	5
Januari (2009)	1	3	1	15
Februari (2009)	1			10
Maret (2009)		1	1	13

Sumber : Report Bulanan Radiography test *PT. CHEVRON*



Gambar 1 Diagram Pareto Persentase dan Jenis Cacat hasil Pengelasan

Fokus permasalahan yang diangkat adalah hasil cacat *Porosity*. Hal tersebut didasarkan atas pertimbangan sebagai berikut :

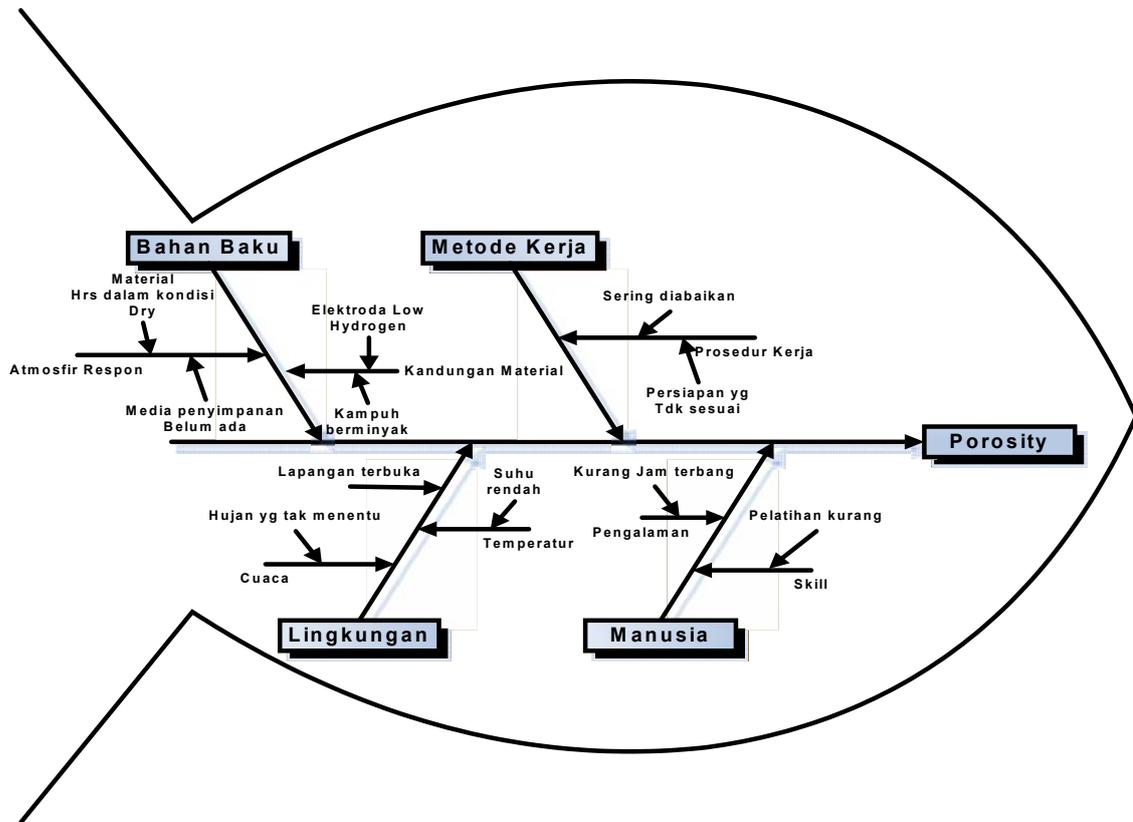
1. Hasil cacat *Porosity* adalah cacat dominan atau jenis cacat yang sering muncul.
2. Penyebab-penyebab terjadinya cacat dapat diamati dan diukur.

4.2. Tahap Measure

Berdasarkan hasil *observasi* lapangan dan konsultasi dengan operator, didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya Cacat Porosity yang tergambar dalam bentuk diagram sebab akibat (*Fishbone Diagram*) seperti terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan diagram fishbone (Gambar 2) dapat diketahui akar penyebab timbulnya cacat porosity. Sehingga dapat disimpulkan terdapat 2 CTQ potensial yang menimbulkan cacat porosity pada hasil pengelasan joint pipa adalah :

1. Elektroda sering basah/lembab.
2. Kampuh sering berminyak, kotor dan basah.

Selanjutnya ditentukan DPMO dan kapabilitas sigma dari data hasil pengukuran atribut karakteristik kualitas pada tingkat output seperti terlihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Diagram Fishbone

Tabel 2. Data Pengukuran Atribut Kecacatan pada Pengelasan

Welder	Jumlah Joint Diperiksa	Banyaknya Cacat Porosty		CTQ Potensial Cacat Porosity	Deskripsi CTQ Potensial Penyebab Cacat
		1	2		
1	16	1	1	2	Elektroda sering basah (1), Kampuh sering berminyak, kotor dan basah (2)
2	16	4	2	2	
3	16	2	1	2	
4	16	5	2	2	
5	16	3	1	2	
6	16	3	2	2	
7	16	3	1	2	
8	16	3	2	2	
9	16	0	1	2	
10	16	3	1	2	
Jumlah	160	27	13		

Tabel 3. Kapabilitas Sigma dan DPMO dari Pengelasan

Welder (1)	Banyaknya Joint Yang Diperiksa (2)	Banyaknya Cacat Porosity (3)		CTQ Potensial Cacat Porosity (4)	DPMO (5) = $[(3)/\{(2) \times (4)\}]$ x 1.000.000	Sigma
		1	2			
1	16	1	1	2	62500	3.04
2	16	4	2	2	187500	2.39
3	16	2	1	2	93750	2.82
4	16	5	2	2	218750	2.28
5	16	3	1	2	125000	2.65
6	16	3	2	2	156250	2.51
7	16	3	1	2	125000	2.65
8	16	3	2	2	156250	2.51
9	16	0	1	2	31250	3.36
10	16	3	1	2	125000	2.65
Jumlah	160	27	13		DPMO Process = 128125	Sigma Process = 2.64

4.3. Tahap *Analyze*

Untuk mengetahui lebih lanjut sebab, akibat dan tindakan yang mesti dilakukan untuk perbaikan, dapat dirinci melalui beberapa pertanyaan langsung dengan operator dan merujuk kepada standar acuan kerja yang ada dengan menggunakan Teknik 5W1H seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis 5W1H untuk Penyebab Porosity

5W1H	Deskripsi	Analisis
What (Apa) ?	Apa penyebab Utama (primary effect) dari masalah ini?	Terjadinya Porosity pada hasil pengelasan Pipa
Why (Mengapa) ?	Mengapa masalah Ini terjadi ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elektroda sering basah/lembab. Karena sifat dari Elektroda adalah <i>Low Hydrogen</i> maka elektroda rentan terhadap suhu rendah. Dimana kondisi Elektroda untuk dilakukan pengelasan adalah berada pada suhu 120 °C hingga 140 °C. 2. Kampuh berminyak, kotor dan basah. Karena jenis pekerjaan dominan pada ruang terbuka yaitu khusus pada pengelasan pipa, maka kondisi atmosfer sangat mempengaruhi hasil akhir proses pengelasannya. Hal ini berkaitan terhadap prepare awal terhadap objek pengelasan tersebut yaitu persiapan terhadap objek yang akan dilas (kampuh). Kondisi dilapangan sering kali ditemui kampuh yang berminyak, kotor dan basah sehingga diperlukan penanganan/perlakuan yang tepat untuk objek tersebut.
When (Kapan)?	Kapan Terjadi?	Sewaktu-waktu
Where (Dimana)?	Dimana Terjadi	Proses Persiapan awal Pengelasan

5W1H	Deskripsi	Analisis
Who (Siapa)?	Siapa yang melakukan?	Welder/Operator Las
How (Bagaimana)?	Bagaimana cara untuk mengantisipasi masalah ini terjadi?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perlu dipersiapkan Media Khusus penyimpanan Elektroda selama di lapangan dan diatur standar penggunaan elektroda setiap unitnya dalam sebuah acuan kerja. 2. Perlu dibuat standar proses sebelum perlakuan terhadap objek yang akan dilas (kampuh) seperti membalut bagian yang dilas dengan penutup dengan ketentuan yang diatur dalam sebuah acuan kerja.

4.4. Tahap *Improve*

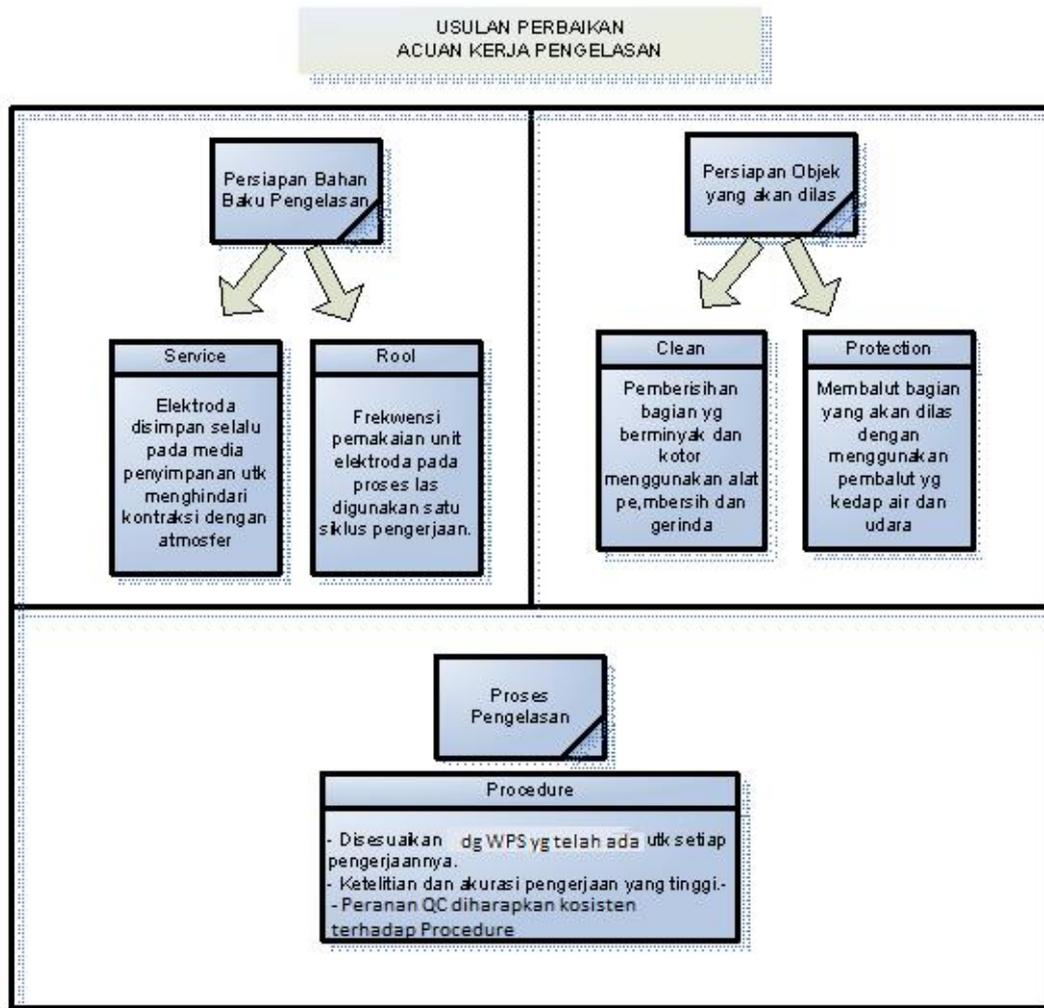
Langkah selanjutnya dari Six Sigma yaitu tahapan *improve* untuk menentukan langkah perbaikan yang akan dilakukan terhadap acuan kerja dari Proses Pengelasan Joint, yang merupakan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas Six Sigma. Berdasarkan *brainstroming* dengan supervisi pada bagian QC uji Radiography diperoleh perbaikan untuk dijadikan acuan kerja pada proses *preparation* dan *in-process* yang disajikan dalam table 5.

Tabel 5. Perbaikan Acuan Kerja Proses Pengelasan

Proses	Perbaikan Acuan Kerja	Dampak
<i>Preparation</i>	<p><u>Clean :</u> Objek/Kampuh yang akan di Las dilakukan Pembersihan bagian yg berminyak,berair dan kotor menggunakan alat pembersih dan gerinda</p> <p><u>Protection :</u> Membalut bagian yang akan dilas dengan menggunakan pembalut yg serap air dan udara</p>	Menghindari hasil pengapian Las yang tidak sempurna sehingga mampu meminimasi porosity terjadi.
<i>In-Process</i>	<p><u>Services :</u> Elektroda selalu disimpan pada media penyimpanan (Back Oven) untuk menghindari kontak dengan lingkungan (atmosfer)</p> <p><u>Rooll :</u> Frekuensi pemakaian unit elektroda pada proses las digunakan satu siklus pengerjaan. Apabila pekerjaan pengelasan telah selesai, ternyata kawat masih tersisa, maka kawat atau elektroda tersebut harus dipanaskan atau masuk baking oven dengan temperatur 260-425°C dengan waktu minimum 2 jam. Dan baru bisa dipakai lagi atau ikuti prosedur yang dikeluarkan oleh pabrik elektroda tersebut.</p>	Suhu Elektroda pada Holding Oven (120 °C – 140 °C) dan Baking oven(260°C-425°C). Menghindari kelembaban terjadi pada elektroda sehingga pengapian dapat sempurna dan kualitas las yang sesuai standar

4.5. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahapan akhir dalam proyek *Six Sigma* dimana pada tahapan ini dilakukan penyusunan prosedur pengendalian proses *Welding* untuk mengatasi munculnya *Porosity*. Pada tahapan ini dibuatkan usulan acuan baru untuk pekerjaan pengelasan seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Usulan Perbaikan Acuan Kerja Pengelasan

5. PEMBAHASAN

Terdapat 4 jenis cacat berdasarkan peringkat yang terjadi pada proses Joint Welding yaitu, hasil *Porosity*, *IF*, *IP* dan *Slag* Dimana hasil pengelasan yang tidak sesuai standar yang paling difokuskan adalah *Porosity*, dimana merupakan cacat dominan yang terjadi pada Proses pengelasan dengan persentase sebesar 77% dari kesemua hasil Pengelasan yang tidak memenuhi standar yang terjadi.

Akar penyebab timbulnya cacat porosity yaitu :

1. Faktor Manusia, merupakan salah satu faktor penyebab timbulnya cacat produk. Kondisi dilapangan operator telah memiliki keahlian khusus dalam hal pengelasan, ini dibuktikan dengan beberapa Sertifikat Welding Inspector (WI) untuk masing-masing operator serta telah memiliki pengalaman yang sudah lama dalam hal welding tersebut, tetapi sering mengabaikan prosedur pengelasan.
2. Faktor Metoda Kerja, berdasarkan observasi langsung sering kali para operator mengabaikan prosedur kerja dalam pengelasan. Seperti halnya dalam hal prosedur preparation welding dalam penggunaan bahan baku dan lain sebagainya.

3. Faktor Lingkungan. Karena jenis pekerjaan pengelasan sering dilaksanakan di ruang terbuka dan melihat kondisi cuaca yang tidak menentu, maka baik proses pengelasan maupun bahan bakunya sangat sensitive terhadap suhu ruang disekitarnya.
4. Faktor Bahan Baku/Material las. Melihat kandungan dari bahan baku seperti : Elektroda yang bersifat *Low Hydrogen* maka material jenis ini sensitiv terhadap perubahan suhu, sehingga sering ditemui elektroda dalam kondisi lembab. Juga sama halnya terhadap bagian yang akan dilas (kampuh), karena area pengelasan berada ruang terbuka, sering ditemukan kampuh dalam kondisi berminyak, kotor dan basah. Hal ini sangat mempengaruhi hasil pengelasan jika tidak dilakukan perlakuan khusus terhadap proses tersebut.

Oleh karena itu *welder* dalam melakukan pekerjaannya harus memperhatikan perlakuan terhadap kondisi bahan baku elektroda dan material yang akan di las. Sehingga terdapat 2 CTQ potensial yang menimbulkan cacat porosity pada hasil pengelasan joint pipa adalah :

- Elektroda sering basah/lembab.
- Kampuh sering berminyak, kotor dan basah.

Selanjutnya dari nilai DPMO dan kapabilitas sigma dari data hasil pengukuran atribut karakteristik kualitas pada tingkat output terlihat bahwa DPMO (Kegagalan per sejuta kesempatan) proses saat ini adalah 128.125 dan berada pada sigma 2,64. Dari nilai ini dapat diketahui kemampuan proses yang sebenarnya yang bias dikatakan cukup rendah. Untuk mengetahui lebih lanjut sebab, akibat dan tindakan yang mesti dilakukan untuk perbaikan, dapat dirinci melalui beberapa pertanyaan langsung dengan operator dan merujuk kepada standar acuan kerja yang ada dengan menggunakan Teknik 5W1H.

Tahapan improve untuk menentukan langkah perbaikan yang akan dilakukan terhadap acuan kerja dari Proses Pengelasan Joint, yang merupakan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas Six Sigma dibuat berdasarkan *brainstroming* dengan supervisi pada bagian QC uji Radiography diperoleh perbaikan untuk dijadikan acuan kerja pada proses *preparation* dan *in-process* dan harus diikuti bersama untuk mengurangi cacat pengelasan khususnya cacat *porosity*. Pada tahapan control ini dilakukan pengawasan dengan membakukan prosedur pengelasan. Hal ini dilakukan agar supaya dalam proses pengelasan berikutnya dapat dikurangi atau bahkan dapat dihilangkan jenis cacat *porosity*.

6. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Cacat yang dominan yang terjadi pada proses pengelasan di NND Area 12 PT CPI duri adalah *porosity* sejumlah 76% dengan kemampuan proses saat ini berada pada 2.64 sigma.
2. Faktor penyebab terjadinya *porosity* yaitu : (1) Elektroda sering basah/lembab, dan (2) Kampuh las sering berminyak, kotor dan basah sehingga menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi konsumen.
3. Agar cacat *porosity* dapat dikurangi/dihilangkan maka dilakukan pengendalian mutu pada proses pengelasan. Karena proses penanganan Elektroda dan Kampuh las sudah tercantum pada WPS, maka faktor manusia (*welder* dan QC) yang sering mengabaikannya menjadi sebab utama timbulnya cacat. Bagian QC maupun *welder* harus mematuhi dan mengikuti secara menyeluruh acuan kerja (WPS), sehingga target meminimasi cacat (Zero Defect) dapat dicapai.

7. DAFTAR PUSTAKA

Gaspersz, Vincent. 2002. Pedoman Implementasi Program SIX SIGMA Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Juran, Joseph M dan Godfrey A. Blanton, 1999, *Jurans Quality Hanbook*, 5th ed, McGraw-Hill Oakland, John S, 2003, *Statistical Process Control*, Fifth Edition Butterworth-Heinemann An imprint of Isevier Science Linacre House, Jordan Hill, Oxford
- Pande, Peter S., 2002, *The Six Sigma*, Yogyakarta : Andy Yogyakarta.
- Pzydek, Thomas, 2002, *The Six Sigma Handbook*, Salemba Empat, Jakarta
- Sri widharto, 2004. *Inspeksi Teknik*. Jakarta : PT.Pradnya Paramedia.
- Sri widharto, 2004. *Las SMAW*. Jakarta. PT.Pradnya Paramedia.
- Sri widharto, 2004. *Sistem Pemipaan*. Jakarta : PT.Pradnya Paramedia.
- Suhardi, Ac. 2005. *Teknologi Las-Proses*. Bandung : Balai Besar bahan dan barang Teknik.
- Tim B4T. 2005. *Radiografi Interpreter (NDT-Radoigrafi Testing)*. Bandung : Balai Besar bahan dan barang Teknik.
- Tim B4T. 2005. *Teknik Uji Radiografi*. Bandung : Balai Besar bahan dan barang Teknik.