

USULAN PENGENDALIAN DAN PERBAIKAN KUALITAS PENGELASAN PIPA PENSTOCK DENGAN METODE SIX SIGMA SEVEN TOOLS DAN 4M+IE

Joko Susetyo*, Imam Sodikin dan Taufik Nurrohim

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak No. 28 Komplek Balapan Yogyakarta.

*Email: joko_sty @akprind.ac. id

Abstrak

Perkembangan industri manufaktur di Indonesia sangat pesat sehingga perusahaan-perusahaan yang bergerak di sektor manufaktur, harus bersaing dengan sengit guna memenangkan persaingan. Persaingan yang sengit harus didukung dengan penjaminan kualitas sehingga pengendalian kualitas yang baik perlu diterapkan. PT. Barata Indonesia Tegal sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pabrikasi baja untuk keperluan irigasi, seperti pipa penstock dan pintu air. Penelitian ini menggunakan pendekatan Six Sigma untuk mengukur tingkat kapabilitas proses, Cost of Poor Quality (COPQ) dan Yield untuk menghitung perkiraan biaya yang dikeluarkan karena adanya produk cacat dan produk bebas cacat, Seven Tools sebagai alat analisis kecacatan untuk produksi pipa penstock pada Proyek Titab dan Proyek Rotiklot, serta pendekatan 4M+IE digunakan untuk memberikan usulan perbaikan pada sistem informasi yang diterapkan di perusahaan. Berdasarkan penelitian dengan metode Six Sigma didapat nilai sigma Proyek Titab sebesar 3,64 σ dan nilai sigma Proyek Rotiklot sebesar 3,70 σ yang menunjukkan tingkat kapabilitas proses produksi masuk dalam kategori rata-rata dunia industri. Perhitungan nilai yield atau produk yang bebas cacat pipa penstock Proyek Titab mencapai 97,197% (COPQ 30,4%) dan nilai yield Proyek Rotiklot 97,561% (COPQ 29,5%). Usulan perbaikan sistem informasi yang diberikan pada perusahaan adalah dengan memberikan rancangan sistem informasi terintegrasi yang menghubungkan seluruh departemen yang berkontribusi dalam proses produksi di perusahaan.

Kata kunci: COPQ, pipa penstock, six sigma, seven tools, yield

1. PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas merupakan sistem manajemen yang diterapkan oleh perusahaan untuk memastikan segala aspek yang berkaitan dengan barang dan jasa selama proses produksi tetap berada dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan. Pengendalian kualitas dilakukan dengan menggunakan beragam jenis inspeksi atau pengecekan. Kualitas dijamin melalui inspeksi produk jadi yang dilakukan secara konvensional. Alat uji (*tools*) statistik digunakan untuk mengukur dan mengamati kinerja proses dengan mendeteksi tanda-tanda penyimpangan awal. Tujuan dari pengendalian kualitas statistik adalah menemukan permasalahan-permasalahan dalam proses produksi sehingga diperoleh metode atau cara perbaikan kualitas yang terbaik dan paling efektif.

PT. Barata Indonesia cabang Tegal merupakan salah satu perusahaan BUMN yang bergerak di industri pabrikasi baja dalam pembuatan produk *hydro mechanical* berupa pipa baja (*penstock pipe*), rangka baja, pintu air irigasi, dan lain-lain. Proses produksi yang dilakukan memerlukan banyak tahapan sehingga sistem pengendalian kualitas yang baik perlu diterapkan untuk meningkatkan kualitas produk dan produktivitas perusahaan. Pipa penstock merupakan jenis pipa yang digunakan sebagai saluran irigasi yang berfungsi untuk menyalurkan air untuk keperluan irigasi. Fungsi pipa yang rawan risiko kebocoran menuntut perusahaan untuk dapat memproduksi pipa yang kuat dan memiliki daya tahan terhadap tekanan aliran air yang akan diterima.

Proses produksi masih menghasilkan produk cacat yang belum sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Jenis cacat yang ditemukan berupa cacat *visual* dan *non-visual*. Cacat *visual* berpengaruh pada penampakan luar hasil pengelasan sedangkan kecacatan *non-visual* mempengaruhi kekuatan dan daya tahan pipa. Menilik dari fungsi dan penggunaan produk maka pipa *penstock* yang dihasilkan harus lolos dari inspeksi *non-visual* agar dapat berfungsi maksimal.

Cacat *non-visual* dideteksi menggunakan metode pengujian Sinar X. Pengujian Sinar X dilakukan karena memiliki sensitivitas yang tinggi dalam mendeteksi kecacatan dan hasil yang diperoleh tidak dipengaruhi oleh ketebalan benda uji dan citra gambar yang didapat sangat jelas. Pipa *penstock* dinyatakan mengalami cacat dan perlu dilakukan pengerjaan ulang jika tidak lolos inspeksi non-visual menggunakan Sinar X.

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian terdahulu dilakukan kajian dengan judul “Usulan Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Pengelasan Pipa *Penstock* dengan Metode *Six Sigma Seven Tools* dan 4M+IE” guna memperbaiki kualitas hasil pengelasan dengan mengurangi cacat non-visual dan pengerjaan ulang. Penelitian ini memberikan usulan berupa upaya pengoptimalan sistem informasi yang diterapkan di perusahaan. Informasi dipandang sebagai salah satu faktor penting terhadap timbulnya kecacatan pada produk dan merupakan komponen penting dalam kelancaran proses produksi. Usulan optimalisasi sistem informasi dapat digunakan perusahaan sebagai pertimbangan dalam membangun dan memperbaiki sistem informasi yang terdapat di perusahaan.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, lembar dokumen hasil inspeksi Sinar X dan kamera. Lembar dokumen hasil inspeksi Sinar X digunakan sebagai data primer dalam penelitian. Kamera digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan inspeksi.

2.2 Metode

2.2.1 *Six Sigma*

Six sigma merupakan alat perbaikan kualitas (*quality improvement tools*) yang berbasis pada penggunaan data dan statistik. Sigma (σ) merupakan huruf Yunani yang digunakan untuk besaran deviasi standar atau simpangan baku dalam ilmu statistik (Soemohadiwidjojo, 2017).

Pendekatan *Six Sigma* digunakan untuk mengidentifikasi hal-hal yang berkaitan dengan penanganan error dan pengerjaan ulang produk yang akan menghabiskan biaya, waktu, mengurangi pendapatan dan mengurangi peluang mendapatkan kepercayaan pelanggan. Hasil penerapan *Six Sigma* terlihat dari penurunan tingkat kesalahan dan kecacatan produk.

Pengolahan data dengan metode *Six Sigma* ini dimulai dengan menghitung nilai *defect per million opportunity* (DPMO). Hasil perhitungan nilai DPMO akan dikonversikan menjadi nilai sigma dengan skala antara 1-6 sigma. Nilai sigma yang dihasilkan menunjukkan tingkat kemampuan proses dari lini produksi perusahaan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan (Asrori, 2013).

2.2.2 *Seven Tools*

Seven Tools adalah 7 (tujuh) alat dasar yang digunakan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi oleh produksi, terutama pada permasalahan yang berkaitan dengan kualitas (Mutu). 7 (tujuh) alat dasar QC ini pertama kali diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1968. Ketujuh alat tersebut adalah *check sheet*, *control chart*, *stratification*, *scatter diagram*, *histogram*, *pareto diagram*, dan *fishbone diagram* (Susetyo, 2013).

Data penelitian dimasukkan ke *check sheet* untuk kemudian dilakukan uji kecukupan dan keseragaman data, karena data penelitian adalah data populasi maka uji kecukupan dan keseragaman data tidak perlu dilakukan. Kemudian data dikelompokkan berdasarkan jenis dan jumlah kecacatan yang teridentifikasi. Persebaran data dapat dilihat pada *scatter diagram*, urutan jenis kecacatan yang diidentifikasi dapat dilihat pada *histogram* dan visualisasi dari jenis cacat dominan beserta nilai kumulatif masing-masing kecacatan dapat dilihat pada diagram pareto. Selanjutnya analisis mengenai faktor penyebab kecacatan dilakukan dengan menggunakan *fishbone diagram*.

2.2.3 COPQ

Cost of Poor Quality (COPQ) adalah biaya-biaya yang harus dikeluarkan oleh organisasi atau perusahaan sebagai akibat adanya kecacatan produk atau kesalahan dalam pelayanan (Soemohadiwidjojo, 2017). Biaya yang termasuk dalam kategori COPQ adalah biaya akibat perancangan ulang atau pengerjaan ulang, biaya akibat pengujian ulang, biaya akibat keterlambatan penyampaian produk, biaya penanganan keluhan pelanggan, biaya perbaikan produk yang dikembalikan oleh pelanggan dan kerugian dari penurunan penjualan akibat produk yang kurang baik (Sailaja, 2015).

Tinggi rendahnya tingkat COPQ berbanding terbalik dengan tingkat mutu produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan. Semakin tinggi mutu produk yang dihasilkan proses produksi maka semakin rendah nilai COPQ-nya (Kusmariyani, 2011). Hubungan antara nilai sigma dan COPQ ditunjukkan oleh tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hubungan nilai sigma dan COPQ

Level Sigma	DPMO	Yield	COPQ	Kategori
6	3,4	99,9997%	<1% total pendapatan	World Class
5	230	99,977%	5%-15% total pendapatan	Rata-rata Industri
4	6.200	99,379%	15%-25% total pendapatan	
3	67.000	93,32%	25%-40% total pendapatan	Tidak Kompetitif
2	310.000	69,2%	>40% total pendapatan	

Sumber: Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik (Soemohadiwidjojo, 2017).

2.2.4 CTQ

Critical to Quality (CTQ) merupakan karakteristik kualitas produk untuk memenuhi kualitas yang diharapkan oleh pelanggan (Susetyo, 2011). CTQ digunakan untuk memberikan urutan terhadap faktor-faktor penyebab kecacatan produk yang paling kritis. Urutan faktor tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengetahui faktor yang memerlukan perbaikan secepatnya sehingga dapat mempermudah pihak manajemen perusahaan dalam memperbaiki proses produksi. Faktor internal yang mempengaruhi CTQ adalah tingkat kecacatan (*failure rate*) produk, *cycle time* dan *cost of poor quality*. Sedangkan, faktor eksternal yang mempengaruhi CTQ adalah kepuasan pelanggan dan pangsa pasar. Penetapan CTQ harus mempertimbangkan metode pengukuran kuantitatif agar data yang diperoleh dapat disajikan dengan bahasa yang mudah dimengerti dan dapat disampaikan dengan baik.

2.2.5 4M + 1E

4M+IE adalah suatu sistem yang terintegrasi yang terdiri atas berbagai komponen yang saling berhubungan dan berkesinambungan dalam upaya perbaikan kualitas produk. Penambahan IE berfungsi untuk menghubungkan setiap komponen yang terdapat didalam sistem menjadi sesuatu yang berkesinambungan. Hal itu berarti faktor keterbatasan informasi serta dampak proses produksi terhadap lingkungan harus kita pertimbangkan sebagai faktor penyebab kecacatan suatu produk.

Komponen 4M+IE dapat dijadikan titik tolak dalam melakukan perbaikan kualitas produk. Langkah-langkah perbaikan yang dilandaskan pada faktor manusia, mesin (peralatan), metode dan bahan baku dengan mempertimbangkan faktor informasi dan aspek lingkungan akan menjadi strategi yang tepat dalam upaya penurunan cacat dan menjaga kelancaran lini produksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Define

Jenis cacat yang ditemukan oleh pengujian Sinar X pada pengelasan pipa penstock Proyek Titab dan Proyek Rotiklot adalah *porosity*, *slag inclusion* dan *root concavity*. Cacat *porosity* dan *slag inclusion* ditemukan pada hasil inspeksi Proyek Titab dan Rotiklot sedangkan cacat *root concavity* hanya ditemukan pada hasil inspeksi Proyek Titab.

3.1.2 Measure

1. Proyek Titab

Hasil perhitungan nilai DPMO Proyek Titab adalah 15.625 sehingga diperoleh nilai 3,64 sigma. Perhitungan nilai *yield* menghasilkan nilai 98,372% dan nilai COPQ sebesar 30,4%.

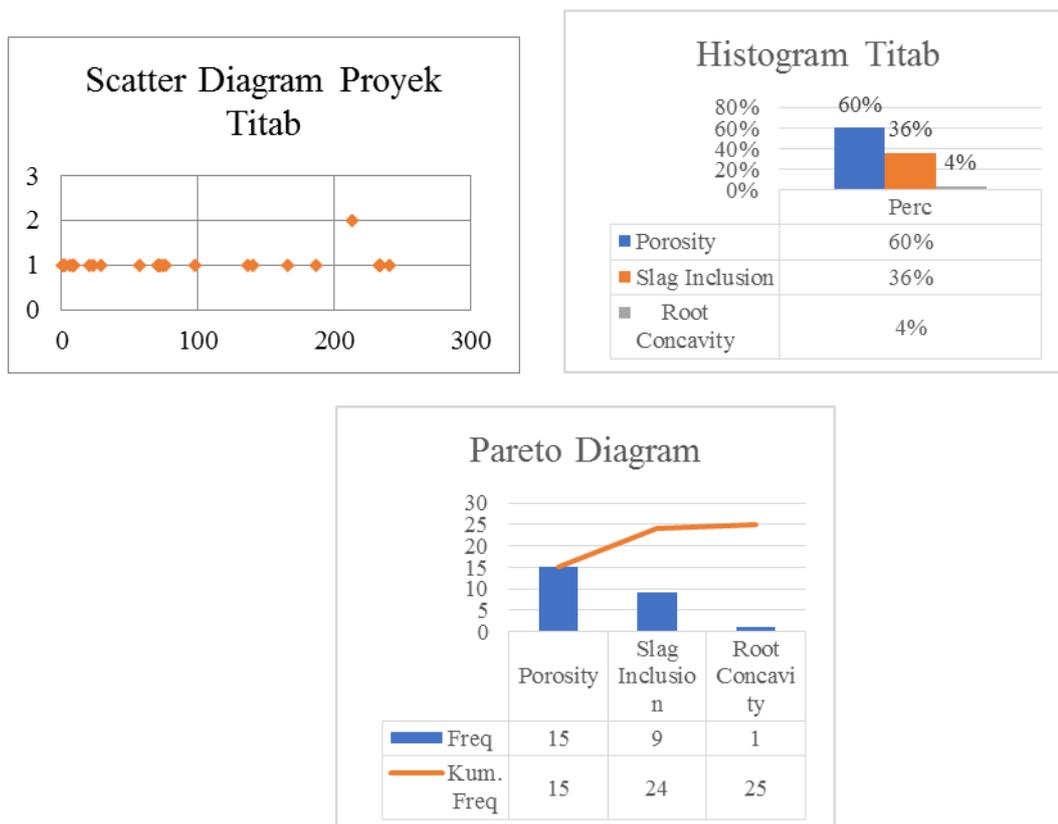
2. Proyek Rotiklot

Hasil perhitungan nilai DPMO Proyek Rotiklot adalah 13.888,89 sehingga diperoleh nilai 3,70 sigma. Perhitungan nilai *yield* menghasilkan nilai 98,609% dan nilai COPQ sebesar 29,5%.

3.1.3 Analyze

1. Proyek Titab

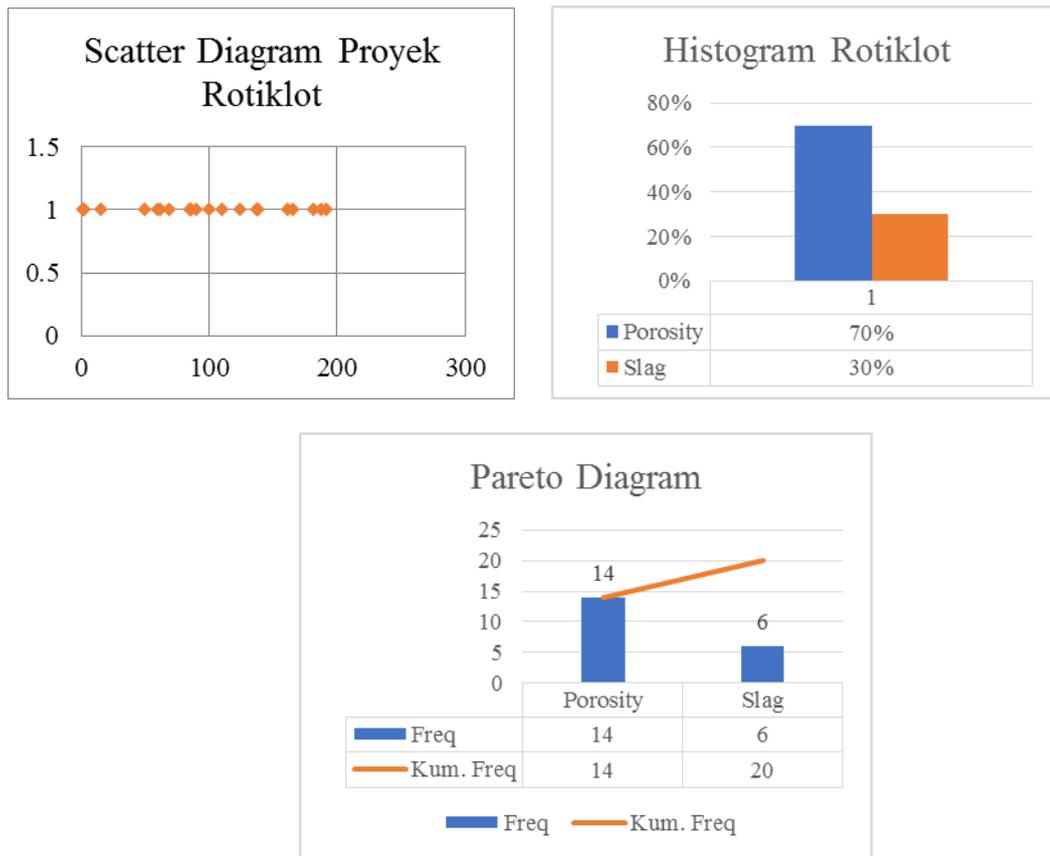
Scatter diagram menunjukkan terdapat 1 titik kecacatan yang memiliki 2 buah kecacatan sedangkan titik yang lain hanya terdapat satu jenis kecacatan. *Histogram* menunjukkan urutan jenis kecacatan dari yang terbesar sampai yang terkecil yaitu *porosity*, *slag inclusion* dan *root concavity*. *Pareto diagram* menunjukkan persentase dan jumlah kumulatif dari setiap kecacatan yang diidentifikasi yaitu *porosity* sebanyak 15 titik dengan persentase sebesar 60%, *slag inclusion* sebanyak 9 titik dengan persentase sebesar 36% dan *root concavity* sebanyak 1 titik dengan persentase sebesar 4%. Grafik analisis Proyek Titab dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Analisis Proyek Titab

2. Proyek Rotiklot

Scatter diagram menunjukkan pada setiap titik inspeksi hanya terdapat satu jenis kecacatan. *Histogram* menunjukkan urutan jenis kecacatan dari yang terbesar sampai yang terkecil yaitu *porosity* dan *slag inclusion*. *Pareto diagram* menunjukkan persentase dan jumlah kumulatif dari setiap kecacatan yang diidentifikasi yaitu *porosity* sebanyak 14 titik dengan persentase sebesar 70% dan *slag inclusion* sebanyak 6 titik dengan persentase sebesar 30%. Grafik analisis Proyek Rotiklot dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:

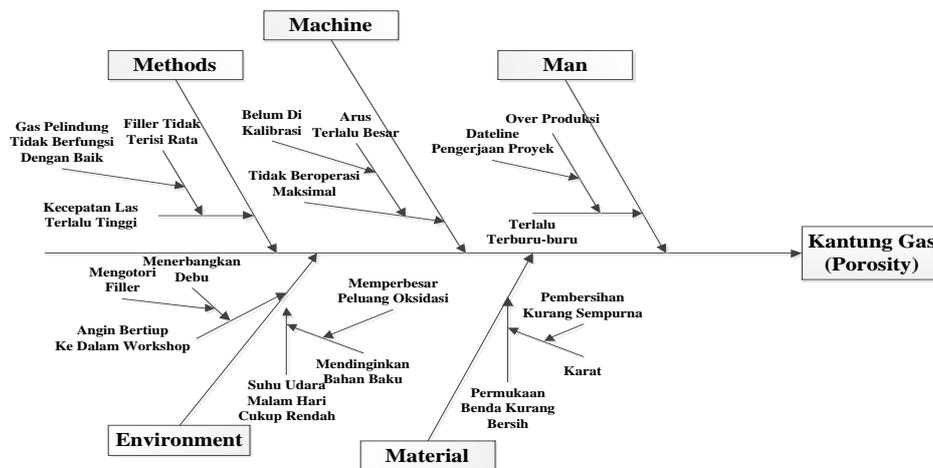


Gambar 2. Grafik Analisis Proyek Rotiklot

3.1.4 Improve

1. Fishbone Diagram

Fishbone diagram digunakan untuk menganalisis hubungan sebab akibat penyebab terjadinya kecacatan. Faktor yang dianalisa adalah faktor tenaga kerja (*man*), mesin produksi (*machine*), cara pengerjaan (*methods*), bahan baku (*material*) dan faktor lingkungan (*environment*). Fishbone diagram untuk jenis kecacatan yang paling dominan yaitu cacat *porosity* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Fishbone Diagram Cacat Dominan

2. Usulan 4M + 1E

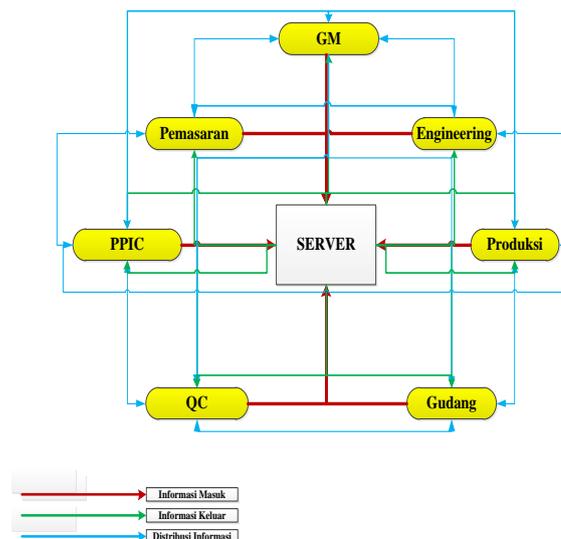
Usulan yang diberikan untuk mengurangi kecacatan berdasarkan analisis *fishbone diagram* dan mempertimbangkan faktor informasi. Usulan yang diberikan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Usulan Perbaikan 4M+IE

Faktor	Permasalahan yang Terjadi	Usulan Perbaikan
Bahan Baku	<ul style="list-style-type: none"> Elektroda terlalu lembab. Kampuh las kurang sempurna. 	<ul style="list-style-type: none"> Elektroda harus dikeringkan terlebih dahulu menggunakan oven dengan suhu $\pm 50^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$. Siapkan kampuh dengan baik supaya lelehan logam tambah tidak menelusup diantara celah renik.
Informasi	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi pipa yang dingin dan lembab ketika dilas. Data mengenai hasil pengerjaan produk jarang dibuat. Pekerja kurang mampu memahami detail pengerjaan komponen yang harus dibuatnya. Sistem informasi terpadu yang belum diterapkan dengan optimal. 	<ul style="list-style-type: none"> Jaga kondisi pipa tidak terlalu dingin mengurangi peluang <i>porosity</i>. Data mengenai hasil pekerjaan hendaknya lebih sering dibuat sebagai bukti data otentik mampu telusur. Informasi mengenai desain komponen produk yang akan dibuat hendaknya disampaikan secara mendetail. Hendaknya perusahaan menerapkan suatu sistem informasi yang terpadu guna memperlancar proses produksi.
Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> Angin yang bertiup kedalam area kerja menyebabkan gas terperangkap didalam hasil pengelasan. Suhu pipa yang cukup dingin dan lembab menyebabkan hasil pengelasan yang kurang sempurna 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja hendaknya memperhitungkan arah pergerakan angin sehingga percikan-percikan las tidak masuk dan bercampur dengan logam tambah. Pengelasan hendaknya dilakukan menjelang siang supaya suhu benda kerja sudah cukup hangat.
Manusia	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja kurang teliti dalam membersihkan terak las Perlakuan pekerja terhadap elektroda Masalah psikologis pekerja 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja hendaknya dapat bekerja dengan lebih teliti sehingga cacat seperti <i>porosity</i> dan <i>slag inclusion</i> dapat dihindari. Hendaknya pekerja memanaskan elektroda sebelum digunakan dan meletakkan elektroda pada <i>box</i> yang disediakan. Menyediakan konsultan bagi karyawan dan memberikan waktu pada karyawan untuk liburan secara berkala untuk merilekskan fikiran dan tenaga.
Mesin	<ul style="list-style-type: none"> Mesin jarang di kalibrasi. 	<ul style="list-style-type: none"> Lakukan kalibrasi mesin secara berkala agar kuat arus dapat terkontrol dengan baik
Metode	<ul style="list-style-type: none"> Ritme pengelasan yang dilakukan kurang stabil. 	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja hendaknya menjaga ritme pengelasan agar tetap stabil sehingga lelehan logam tambah dapat mengisi kampuh dengan sempurna.

3. Usulan Perbaikan Sistem

Usulan perbaikan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan semua departemen yang berkaitan dengan proses produksi atau pengerjaan suatu proyek. Rancangan alur sistem informasi terintegrasi yang diberikan kepada pihak perusahaan adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Rancangan Alur Sistem Informasi Terintegrasi

Gambar diatas menunjukkan rancangan alur sistem informasi yang terintegrasi dimana semua departemen yang terhubung dapat memasukkan informasi pekerjaan ke dalam *server*. *Server* akan membagikan informasi tersebut ke setiap departemen. Sistem secara otomatis akan mendistribusikan setiap informasi yang dimasukkan ke dalam server sehingga setiap departemen dapat mengawasi proses produksi atau pengerjaan proyek.

3.2 Pembahasan

Hasil perhitungan Proyek Titab didapatkan nilai DPMO sebesar 15.625 sehingga didapat nilai sebesar 3,64 sigma. Hasil perhitungan Proyek Rotiklot nilai DPMO sebesar 13.888,89 sehingga didapat nilai sebesar 3,70 sigma. Nilai 3,64 sigma dan 3,70 sigma menunjukkan bahwa hasil inspeksi pengelasan Proyek Titab dan Rotiklot yang berada dalam kategori rata-rata dunia industri.

Persentase *yield* atau produk yang bebas cacat pipa penstock Proyek Titab mencapai 97,197% dan Proyek Rotiklot 97,561% menunjukkan bahwa tingkat kemampuan proses dari pembuatan pipa penstock Proyek Titab dan Rotiklot sudah cukup tinggi. Nilai persentase 97,197% dan 97,561% juga menunjukkan bahwa tingkat produktivitas karyawan cukup tinggi dan dapat ditingkatkan menjadi lebih baik.

COPQ (*Cost of Poor Quality*) Proyek Titab secara teori adalah sebesar 30,4% dan Proyek Rotiklot sebesar 29,5% dari total pendapatan. Hal menunjukkan bahwa biaya yang harus dikeluarkan sebagai akibat dari adanya kecacatan produk masih cukup besar. Perusahaan harus mengeluarkan biaya tersebut karena mengalami kerugian bahan baku utama yaitu plat baja, bahan baku pendukung berupa elektroda, biaya listrik, biaya tenaga kerja, biaya pengujian ulang dan biaya-biaya lain. Biaya COPQ yang dikeluarkan oleh PT. Barata Indonesia Tegal lebih kecil dari nilai perhitungan karena pengerjaan ulang dilakukan tanpa mengganti bahan baku utama.

Alat-alat seven tools mengidentifikasi 3 jenis kecacatan pada Proyek Titab yaitu *porosity* sebanyak 15 titik dengan persentase sebesar 60%, *slag inclusion* sebanyak 9 titik dengan persentase sebesar 36% dan *root concavity* sebanyak 1 titik dengan persentase sebesar 4 %.

Sedangkan pada Proyek Rotiklot diidentifikasi 2 jenis kecacatan yaitu *porosity* sebanyak 14 titik dengan persentase sebesar 70% dan *slag inclusion* sebanyak 6 titik dengan persentase sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat lebih banyak variasi jenis kecacatan pada Proyek Titab dibanding Proyek Rotiklot, jumlah persentase kecacatan pun lebih banyak terdapat pada Proyek Titab. Sehingga dapat dinilai bahwa hasil pengerjaan Proyek Rotiklot lebih baik daripada Proyek Titab dan cacat *porosity* dan *slag inclusion* merupakan cacat dominan yang diidentifikasi pada pengujian menggunakan Sinar X.

Usulan perbaikan melalui 4M+IE lebih difokuskan pada permasalahan internal bagian produksi sedangkan usulan integrasi sistem informasi difokuskan pada pembangunan suatu sistem yang dapat menghubungkan keseluruhan departemen yang terkait dalam proses produksi pengerjaan proyek. Diharapkan dengan menerapkan kedua jenis usulan ini perusahaan dapat lebih meningkatkan kualitas pengelasan produk secara keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data, analisis data dan hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Nilai sigma produksi pipa penstock Proyek Titab dan Rotiklot yang mencapai angka 3,64 σ dan 3,70 σ menunjukkan tingkat kapabilitas proses produksi yang masuk dalam kategori rata-rata dunia industri. Perhitungan teoritis nilai *yield* atau produk yang bebas cacat pipa penstock Proyek Titab mencapai 97,197% dengan persentase COPQ sebesar 30,4% dan nilai *yield* Proyek Rotiklot 97,561% dengan persentase COPQ sebesar 29,5%. Semakin besar nilai *yield* maka semakin kecil biaya (COPQ) yang dikeluarkan oleh perusahaan. Biaya COPQ di perusahaan berkurang karena pengerjaan ulang (*rework*) dilakukan tanpa mengganti bahan baku utama.
- b. Kecacatan non-visual yang paling banyak terjadi pada Proyek Titab adalah *Porosity* (60%), *Slag Inclusion* (36%) dan *Root Concavity* (4%) sedangkan kecacatan non-visual yang paling banyak terjadi pada Proyek Rotiklot adalah *Porosity* (70%) dan *Slag Inclusion* (30%).
- c. Cacat non-visual pada Proyek Titab dan Proyek Rotiklot disebabkan oleh suhu material yang dipengaruhi oleh suhu udara, informasi pengerjaan yang kurang terintegrasi dengan baik, terbawanya partikel debu oleh angin yang bertiup di area kerja, mesin yang jarang di kalibrasi, pekerja yang kurang teliti dan terburu-buru, serta posisi pengelasan yang cukup menyulitkan dan membatasi ruang gerak pekerja.
- d. Usulan perbaikan diberikan untuk mengurangi kecacatan non-visual, yaitu perusahaan hendaknya memberikan perlakuan yang tepat terhadap peralatan dan mesin produksi yang digunakan, pekerja hendaknya dapat lebih teliti dan cermat dalam melakukan pekerjaannya, informasi yang berkaitan dengan proses produksi hendaknya dapat terintegrasi dengan baik, waktu pengelasan, kondisi lingkungan dan suhu pada pipa yang akan di las juga harus diperhatikan dengan baik untuk mengurangi resiko kecacatan.
- e. Usulan perbaikan sistem informasi difokuskan dalam pembangunan koordinasi antar divisi secara menyeluruh. Hal ini dilakukan untuk mengawal proses produksi sehingga pengerjaan proyek dapat berjalan dengan baik dan dapat bersinergi dengan komponen lain serta dapat meningkatkan produktivitas perusahaan secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrori, M.T. dan Wiwi, U., (2013), Analisis Kualitas Mantel Roll Gilingan dengan Metode Six Sigma, Studi Kasus PT. Barata Indonesia, Jurnal Teknik Mesin, 2(1), 1-5.
- Kusmaryati N., Sinuraya C., dan Carolina V., (2011), Analisis Cost of Poor Quality Sebagai Alat Penilaian Kegiatan Perbaikan Kualitas, Jurnal Riset Akuntansi, 3(2).
- Sailaja A., P C Basak., dan K G Viswanadhan., (2015), Hidden Cost of Quality: Measurement & Analysis, International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC), 6(2), 13-25.
- Soemohadiwidjojo, Ariani T., (2017), Six Sigma: Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Statistik, Raih Asa Sukses (Penebar Swadaya Group), Jakarta Timur.
- Susetyo, J., (2013), Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik, AKPRIND Press, Yogyakarta.
- Susetyo, J., Winarni., dan Hartanto, C., (2011), Aplikasi Six Sigma dan Kaizen sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk, Jurnal Teknologi, 4(1), 53-61.