

METODE SIX SIGMA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PADA PRODUK ELEMENT BOILER DI PT. XYZ

Jaka Purnama, Suparto, Pramudia Christa Dinata
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim No. 100 Surabaya 60117
jakapurnama99@yahoo.com, wrskt_indria@yahoo.com, pramudia_pcd@yahoo.com

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memiliki kapabilitas dalam pembuatan *boiler* maupun komponen-komponen penyusun *boiler*. Pelaksanaan proyek LNK unit 2, ternyata tidak dapat mencapai peningkatan produktivitas yang harapan perusahaan sesuai dengan perencanaan kerja. Penyebab tidak tercapainya peningkatan indeks produktivitas disebabkan oleh jumlah produk cacat/*defect* berada di atas batas standar dari *defect* yang ditentukan oleh perusahaan. Metode Six Sigma dengan siklus DMAIC, berdasarkan analisis data terjadi peningkatan indeks produktivitas proyek LNK Unit 2 terhadap LNK Unit 1 sebesar 2.98%. Terjadi penurunan COPQ dibandingkan antara proyek LNK Unit 1 dengan LNK Unit 2 sebesar 3.79%. Perbedaan nilai menunjukkan adanya indikasi bahwa pengalokasian biaya kualitas untuk COGQ dan COPQ kurang berjalan efektif dan efisien. Hasil evaluasi menggunakan *Productivity Evaluation Tree*, hasil TP_{it} untuk produktivitas total dan parsial yang hasilnya adalah *negative*, berarti peningkatan indeks produktivitas pada proyek LNK Unit 2 belum sesuai dengan harapan perusahaan. Hasil pengukuran *baseline* kinerja kualitas pada data atribut dan variable saat ini, ditemukan *sigma level* di bawah 4.00 yang menjadi prioritas perbaikan, karena untuk masing-masing jenis *defect* potensial yang berhasil diidentifikasi pada *Element Bending*, *Element Bundling*, dan *Element Assembly SET*, dipilih RPN tertinggi untuk dapat diimplementasikan dan dapat dijadikan sebagai standar kerja pada proyek berikutnya.

Kata Kunci : *Produktivitas, Six Sigma, Siklus, DMAIC*

1. PENDAHULUAN

Dalam mendukung kegiatan produksi suatu industri manufaktur diperlukan boiler yang mempunyai kemampuan tinggi. PT. XYZ adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam pembuatan boiler. Persaingan diantara produsen boiler semakin ketat, maka perusahaan PT. XYZ berusaha menggunakan segala sumber daya yang ada secara efisien dan efektif. Kegiatan produksi yang berjalan harus memiliki hasil yang berkualitas dan kapabilitas yang tinggi harus dimiliki oleh perusahaan. Faktor penting yang dilakukan untuk mempertahankan posisi di dalam persaingan pasar adalah berusaha terus meningkatkan atau mengoptimalkan efektivitas dan efisiensi biaya dari lini produksi.

Departemen Produksi *Boiler* merupakan bagian yang bertanggung jawab atas berlangsung proses produksi *Boiler*, ataupun komponen-komponen *Boiler* yang ada di PT. ALSTOM Power Energy System Indonesia. Dimana dalam pelaksanaan proyek LNK Unit 2 ditemukan kondisi bahwa tingkat *defect* yang ada berada diatas batas standar *defect* yang ditoleransi perusahaan. Pemborosan dalam *defect* ini dikhawatirkan akan mempengaruhi tingkat produktivitas pada proyek LNK Unit 2, dikarenakan adanya pemborosan biaya yang seharusnya tidak perlu untuk melakukan perbaikan produk ataupun proses.

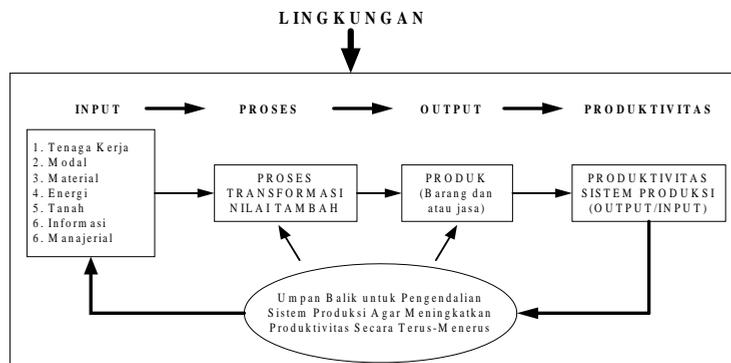
Dalam penelitian ini mempunyai tujuan menggunakan siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement, dan Control*) untuk menganalisa penggunaan biaya dan mengetahui tingkat produktivitas proyek LNK Unit 2 yang telah dikerjakan oleh PT. XYZ. Berdasarkan hasil analisa, maka perusahaan mengetahui permasalahan yang menyebabkan tidak optimalnya produktivitas dan mengetahui jenis pemborosan yang ada pada proses produksi *Element*, yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk menyusun upaya perbaikan produktivitas. Berdasarkan evaluasi diharapkan ada tindakan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas karena telah dilakukan pengukuran sebelum pelaksanaan proyek berjalan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Produktivitas

Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan, atau dapat diformulasikan dan digambarkan sebagai berikut *Gaspersz, 2000*:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Hasil yang diperoleh}}{\text{Input yang dikeluarkan}} = \frac{\text{Efektivitas}}{\text{Efisiensi}}$$



Gambar 1. Sistem Produktivitas

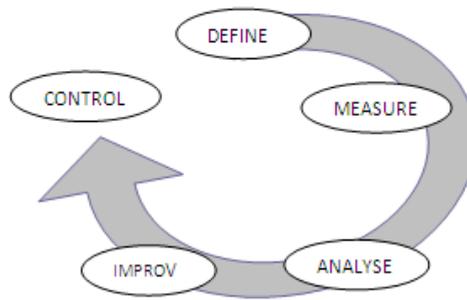
2.2. Six Sigma

Six sigma, pertama kali dikembangkan oleh Bill Smith, Vice Presiden Motorola Inc. (Hiroshi Kume, 1989). *Six Sigma* yang dikenal luas sebagai teknik yang memungkinkan suatu perusahaan mencapai kesempurnaan dalam mutu produk yang dihasilkan, pertama kali dikembangkan sebagai desain praktis untuk peningkatan proses manufaktur dan mengeliminasi kerusakan (*defect*). Dalam *six sigma*, *defect* diartikan sebagai segala keluaran dari proses yang tidak memenuhi spesifikasi pelanggan atau segala hal yang dapat mengakibatkan keluaran (produk) yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Menurut Gaspersz, (2003), strategi Six Sigma bertujuan meningkatkan kinerja bisnis dengan mengurangi berbagai variasi proses yang merugikan, mereduksi kegagalan – kegagalan produksi atau proses, menekan cacat – cacat produk, meningkatkan keuntungan, mendongkrak moral personil atau karyawan dan meningkatkan kualitas produk pada tingkat yang maksimal.

Ariani, D.W. (2004) , memperkenalkan suatu konsep formal yang disebut dengan siklus produktivitas (*productivity cycle*) yang dipergunakan dalam peningkatan produktivitas secara terus menerus. Pada dasarnya konsep siklus produktivitas terdiri dari empat tahap utama, yaitu Pengukuran Produktivitas (*Productivity Measurement*), Evaluasi Produktivitas (*Productivity Evaluation*), Perencanaan Produktivitas (*Productivity Planning*), dan Peningkatan Produktivitas (*Productivity Improvement*). Berdasarkan konsep siklus ini, secara formal program peningkatan produktivitas harus dimulai melalui pengukuran produktivitas dari sistem industri itu sendiri. Untuk keperluan ini berbagai teknik pengukuran dapat digunakan dan dikembangkan dari memilih indikator pengukuran yang sederhana sampai yang lebih kompleks dan komprehensif.

DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus-menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. Proses ini menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru, dan menetapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *Six Sigma*, (Gaspersz, 2003). Siklus DMAIC adalah siklus perbaikan kualitas yang digunakan untuk metode Six Sigma yang terdiri dari *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* dan bekerja secara berkesinambungan terus menerus sam engan tujuan yang ingin di capai oleh perusahaan.



Gambar 2. Proses DMAIC

Tabel 1. Manfaat Pencapaian Six Sigma

TINGKAT SIGMA	DPMO	COPQ
1-sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-sigma	308.538 (rata – rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-sigma	66.807	25-40% dari penjualan
4-sigma	6.210 (rata – rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5-sigma	233 (rata – rata industri Jepang)	5-15% dari penjualan
6-sigma	3.4 (industri kelas dunia)	< 1% dari penjualan

Sumber : Gaspersz, 2003

Setiap peningkatan atau pergeseran 1-sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan dan ukuran-ukuran berbasis peluang *defect* adalah sebagai berikut :

- *Defect per Opportunity* (DPO) : kalkulasi yang digunakan dalam perbaikan proses untuk menentukan jumlah *defect* per peluang.

$$DPO = \frac{\text{jumlah Defect}}{\text{Unit x CTQ potensial}}$$

- *Defect per Million Opportunities* (DPMO) : Kalkulasi yang digunakan dalam inisiatif perbaikan proses *Six Sigma* yang mendefinisikan jumlah cacat dalam sebuah proses per satu juta peluang.
DPMO = DPO x 1.000.000

Pengukuran tolok ukur kinerja pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir (barang/jasa) yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan. Informasi yang diperoleh dapat dijadikan dasar untuk melakukan pengendalian dan peningkatan kualitas dari karakteristik *output* yang diukur tersebut. Hasil pengukuran pada tingkat *output* dapat berupa data variabel maupun data atribut, yang akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan SQL (kapabilitas sigma).

Rumus yang digunakan (Pyzdek, 2003) adalah :

1. Rata-rata sampel dalam subgroup – \bar{X} , $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$

2. Rata-rata sampel keseluruhan – $\bar{\bar{X}}$, $\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{N}$

3. Rentang – R, $R = X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}$

4. Standar deviasi – s, $s = \frac{R}{d_2}$

5. Probabilitas cacat dalam DPMO untuk 1 batas spesifikasi (Gaspersz, 2003) adalah:

$$P\left\{z \geq \frac{\text{absolute}(USL - \bar{X})}{s}\right\} \times 1000000$$

Atau

$$P\left\{z \geq \frac{\text{absolute}(LSL - \bar{X})}{s}\right\} \times 1000000$$

6. Kapabilitas Sigma = $NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000)+1.5$

Analisis kapabilitas proses digunakan secara luas dalam dunia industri untuk mengukur kemampuan perusahaan/pemasok dalam memenuhi spesifikasi kualitas. Terdapat berbagai indeks kapabilitas proses, namun dalam skripsi ini akan digunakan 2 macam indeks, Montgomery, (1990), yakni:

1. C_{pk} (Indeks Kapabilitas Proses Aktual)

$$C_{pk} = \text{Absolute} \left[\frac{SL - \bar{x}}{3S} \right]$$

2. C_{pm} (Indeks Kapabilitas Proses Taguchi)

$$C_{pm} = \frac{\text{Absolute}(SL-T)}{3\sqrt{S^2 + (\bar{x}-T)^2}}$$

2.3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut, Gaspersz, 2002, bahwa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

Menurut, Hiroshi, 1989, bahwa FMEA yaitu dalam bidang desain (FMEA desain) dan dalam proses (FMEA proses). FMEA desain akan membantu menghilangkan kegagalan-kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. FMEA proses akan menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel proses.

Menurut Pande, (2002), bahwa rating kejadian atau *occurate* adalah rating yang berhubungan dengan estimasi jumlah kegagalan kumulatif akibat suatu penyebab tertentu. Rating kejadian ini diestimasi dengan jumlah kegagalan kumulatif yang muncul pada setiap 1000 komponen atau *Cummulative Number of Failure* (CNF) / 1000. (CNF) / 1000 dapat diestimasi dari sejarah tingkat kegagalan proses manufaktur dan perakitan pada komponen yang mirip atau yang dapat mewakili jika estimasi dari kegagalan pada komponen yang dimaksud tidak dapat ditentukan.

$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

3. METODE

Pada metode penelitian ini akan dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sehingga penelitian berjalan terarah dan sistematis. Kerangka pemecahan masalah yang dipakai dalam menyusun penelitian ini dikelompokkan dalam empat tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan interpretasi data, dan tahap kesimpulan dan saran.

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan indentifikasi masalah yang terjadi di PT. XYZ berkaitan dengan peningkatan produktivitas dengan cara mengurangi cacat (*defect*) pada produk *Element*. Pengamatan terhadap proses produksi yang ada pada lantai produksi baik langsung maupun tidak langsung, melakukan studi literature berkaitan dengan jurnal dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

b. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, Pysdek. 2002, berdasarkan prosedur dan langkah-langkah dalam dalam siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*).

c. Tahap analisa dan interpretasi data

Pada bagian ini terdapat tahap *Analyze, Improve, dan Control*. Menurut Pysdek. 2002, pada tahap *Analyze* akan mendefinisikan sumber-sumber dan akar penyebab masalah dengan mengidentifikasi masalah kualitas yang merupakan problem utama dari rendahnya indeks produktivitas. Dan menganalisa penyebab terjadinya masalah kualitas yang merupakan problem utama dari kurangnya indeks produktivitas

d. Tahap kesimpulan dan saran.

Tahap kesimpulan ini digunakan untuk menjawab permasalahan yang terjadi pada perusahaan yang diteliti berupa solusi peningkatan produktivitas dan saran untuk perbaikan kualitas produk.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi *Critical to Quality*

Berdasarkan kebijakan yang ditentukan perusahaan bahwa produk *Element* harus sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan, maka dalam suatu sesi produksi apabila terdapat ketidaksesuaian hasil dari produk tersebut, produk tersebut merupakan suatu bentuk kecacatan produk. Produk *Element* terbentuk dari urutan proses produksi sub-produk, yaitu *Element Bending, Element Bundling, dan Element Assembly SET*.

Tabel. 2. *Critical to Quality (CTQ)*

No.	Element	Jenis CTQ	Keterangan
1	Variabel, Bending	Ovality	Tidak sesuai dengan <i>range</i> spesifikasi
2	Atribut, pada Bending	Crack Tidak Terjadi	Celah yang muncul pada logam las atau logam dasar
3		Incomplete Fusion Tidak Terjadi	Kondisi di mana logam las tidak menyatu
4		Incomplete Penetrant Tidak Terjadi	Kondisi di mana logam las tidak menembus
5		Root Concavity Tidak Terjadi	Permukaan hasil pengelasan yang cekung
6		Root Undercut Tidak Terjadi	Alur yang terpotong pada ujung hasil pengelasan
7		Porosity Tidak Terjadi	Lubang yang terbentuk oleh gas
8		Excessive Tidak Terjadi	Lekuk pengelasan tidak rapi
9		Tungsten Incomplete Tidak Terjadi	Partikel tungsten yang melekat pada hasil pengelasan
10	Atribut, pada Bundling	Excessive Tidak Terjadi	Lekuk pengelasan tidak rapi
11		Undercut Tidak Terjadi	Cekungan pada material hasil dari pengelasan
12		Porosity Tidak Terjadi	Lubang yang terbentuk oleh gas
13	Atribut, pada Assembly SET	Crack Tidak Terjadi	Celah yang muncul pada logam las atau logam dasar
14		Exceed Tidak Terjadi	Hasil welding kurang
15		Gap Tidak Terjadi	Celah pada protector terlalu lebar
16	Variabel, Pada Element Assembly SET	Thicknees	Tidak sesuai dengan <i>range</i> spesifikasi
17		Adhesiveness	Tidak sesuai dengan <i>range</i> spesifikasi

Sumber : PT. ALSTOM Power ESI.

4.2. Pengukuran Produktivitas

Pengukuran produktivitas dilakukan untuk melihat nilai secara total maupun parsial dari seluruh produk *Element* yang telah selesai difabrikasi (proyek selesai). Pengukuran ini dimaksudkan untuk melihat seberapa besar hasil yang telah dicapai oleh perusahaan dan untuk mengevaluasi hasil produk *Element*. Adapun pengukuran produktivitas total dan parsial pada produk *Element* dari proyek LNK Unit 2 ini akan menggunakan metode Pande, Peter (2002). Untuk *base periode* digunakan *tender stage* dari proyek LNK yang digunakan untuk menghitung *measure periode*, yaitu proyek LNK Unit 1 dan proyek

LNK Unit 2. Adapun rekapitulasi nilai *output* dan *input* dari proyek LNK yang telah selesai dikerjakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Nilai *Input* dan *Output* Produk *Element*

PROJECT	TENDER STAGE (Rp)	LNK UNIT 1 (Rp)	LNK UNIT 2 (Rp)
Output :	142,560,000,000.00	142,560,000,000.00	142,560,000,000.00
Input :	62,588,780,888.81	69,744,983,637.68	67,561,760,124.33
Tenaga Kerja	7,293,158,637.76	8,184,051,936.90	7,454,736,073.12
Energi	360,454,400.00	392,090,235.52	392,174,383.60
Material	42,876,064,246.00	45,404,755,843.53	45,262,277,128.45
Overhead	12,059,103,605.05	15,764,085,621.73	14,452,572,539.16

Sumber : Data diolah dari Dept. Finance, PT. ALSTOM Power ESI.

4.3. Analisis Harga

Untuk pengolahan data selanjutnya, terlebih dahulu dihitung harga konstan untuk mengkonversi semua harga sesuai dengan periode dasar (*base periode*). Harga konstan didapat berdasarkan nilai *deflator* dengan rumus sebagai berikut, Gaspersz,(2002),:

$$d = \frac{100}{100 + \text{akumulasi inflasi}}$$

Tabel 4. Deflator

PROJECT	TENDER STAGE	LNK UNIT 1	LNK UNIT 2
Tahun	2012	2013	2014
Inflasi Nasional	4.30	8.38	8.38
Akumulasi Inflasi	4.30	12.68	21.06
Akumulasi Inflasi (%)	0.0430	0.1268	0.2106
Deflator (%)	0.9996	0.9987	0.9979

Sumber : Biro Pusat Statistik.

Setelah menemukan nilai deflator, selanjutnya mengalikan nilai deflator tersebut dengan harga berlaku untuk menemukan harga konstan dengan rumus sebagai berikut Gaspersz,(2002) :

$$hk = \text{harga sebenarnya} \times \text{deflator}$$

Tabel 5. Nilai *Input* dan *Output* Produk *Element* Berdasarkan Harga Konstan

PROJECT	Tender Stage (Rp.)	Lnk Unit 1 (Rp.)	Lnk Unit 2 (Rp.)
Output	142,560,000,000.00	142,560,000,000.00	142,560,000,000.00
Input	62,563,745,376.45	69,654,315,158.95	67,419,880,428.07
Tenaga Kerja	7,290,241,374.30	8,173,412,669.38	7,439,081,127.37
Energi	360,310,218.24	391,580,518.21	391,350,817.39
Material	42,858,913,820.30	45,345,729,660.93	45,167,226,346.48
Overhead	12,054,279,963.61	15,743,592,310.42	14,422,222,136.83

Sumber : Data diolah

4.4. Indeks Produktivitas

Pengukuran produktivitas dalam penelitian ini akan dilakukan dalam dua bagian, yaitu secara total dan parsial. Menurut, Summant, 1984, bahwa dengan menggunakan rumus indeks produktivitas dapat dipergunakan untuk menghitung indeks produktivitas total dan parsial dari produk *Element* :

$$IP = (AOMP/AOBP)/(RIMP/RIBP) \times 100\%$$

Tabel 6. Indeks Produktivitas Total dan Parsial Produk *Element*

PROJECT	TENDER STAGE (Rp)	LNK UNIT 1 (Rp)	LNK UNIT 2 (Rp)
Output	142,560,000,000.00	142,560,000,000.00	142,560,000,000.00
IP TOTAL	62,563,745,376.45	69,654,315,158.95	67,419,880,428.07
IP (%)	100.00%	89.82%	92.80%
IP Tenaga Kerja	7,290,241,374.30	8,173,412,669.38	7,439,081,127.37
IP (%)	100.00%	89.19%	98.00%
IP Energi	360,310,218.24	391,580,518.21	391,350,817.39
IP (%)	100.00%	92.01%	92.07%
IP Material	42,858,913,820.30	45,345,729,660.93	46,165,126,346.48
IP (%)	100.00%	94.52%	94.89%
IP Overhead	12,054,279,963.61	15,743,592,310.42	14,422,222,136.83
IP (%)	100.00%	76.57%	83.58%

Sumber : Data diolah

4.5. Biaya Kualitas

Biaya kualitas merupakan biaya yang digunakan untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Melihat pada permasalahan mutu yang terjadi pada pelaksanaan proyek LNK Unit 2, dan hasil indeks produktivitas pada pelaksanaan proyek LNK, penyebab kurangnya indeks produktivitas dikarenakan penerapan pengendalian kualitas yang belum cukup baik sehingga masih munculnya cacat / *defect* pada produk yang dihasilkan. Berikut perbandingan biaya kualitas yang digunakan pada produk *Element* proyek LNK Unit 1 dan LNK Unit 2.

Tabel 7. Perbandingan Nilai Input Terhadap Biaya Kualitas

Proyek	Total Nilai Input (Rp.)	Total Biaya Kualitas Rp.)	Persentase (%)
LNK Unit 1	69,654,315,158.95	4,671,624,674.71	6.71
LNK Unit 2	67,419,880,428.07	5,435,959,334.23	8.06

Dari hasil perhitungan evaluasi maka dapat diketahui bahwa sumber daya (input) yang mengalami penurunan, produktivitas adalah : Produktivitas total proyek LNK Unit 1 mengalami penurunan dan LNK Unit 2 *stagnan*, tenaga kerja proyek LNK Unit 1 dan LNK Unit 2 mengalami penurunan, energi proyek LNK Unit 1 dan LNK Unit 2 mengalami penurunan, material proyek LNK Unit 1 dan LNK Unit 2 mengalami penurunan, *overhead* proyek LNK Unit 1 dan LNK Unit 2 mengalami penurunan.

Karena nilai output tidak dapat dikurangi ataupun ditambah harus sesuai dengan nilai *terder stage*, dan untuk meningkatkan produktivitas pada proses produksi selanjutnya, maka dipilih jalur dengan ketentuan $O_{it} = 0$, $I_{it} < 0$ yaitu jalur 5. Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan perkiraan *output* (O^*_{it}) dan *input* (I^*_{it}) berdasarkan data pada proyek LNK Unit 2. adapun hasilnya adalah sebagai berikut Gaspersz,(2002) :

$$\begin{aligned}
 O^*_{it} &= O_{it-1} + O^*_{it} \\
 O^*_{it} &= \text{Rp. } 142,560,000,000.00 + 0 = \text{Rp. } 142,560,000,000.00 \\
 I^*_{it} &= I_{it-1} + I^*_{it} \\
 I^*_{it} &= \text{Rp. } 67,419,880,428.07 + (-) \text{Rp. } 2,234,434,730.88 \\
 &= \text{Rp. } 65,185,445,697.19 \\
 TP_{it} &= \frac{O^*_{it}}{I^*_{it}} = \frac{\text{Rp. } 142,560,000,000.00}{\text{Rp. } 65,185,445,697.19} = 2.19
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut didapatkan perencanaan untuk proyek kedepan (LNK Unit 3) untuk meningkatkan produktivitas, yaitu dengan mereduksi nilai input dari Rp. 67,419,880,428.07 menjadi Rp. 65,185,445,697.19, atau turun sebesar Rp. 2,234,434,730.88.

4.6. Perbaikan Kualitas

Penghematan biaya-biaya yang dikeluarkan akibat dari tindakan perbaikan, penyusunan prioritas sangat diperlukan. Prioritas disini adalah nilai-nilai analisa yang dibentuk pada tabel FMEA. Nilai-nilai yang dibentuk dari *severity*, *occurrence*, dan *detectability* menghasilkan *Risk Priority Number (RPN)* dimana nilai ini nantinya digunakan dalam prioritas tindakan perbaikan. Rekomendasi usulan yang nantinya dapat diimplementasikan dan dapat direkomendasikan sebagai acuan standar kerja adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan *test* terhadap *welder* dengan kondisi buruk, dengan kondisi, melakukan *welding* untuk 40 *butt joint*, dan jumlah *defect* tidak boleh melebihi 10%.
- b. Jika tidak lolos, *welder* akan *training* ulang di *Welding School*, diganti (*job switching*) dengan *welder* dari bagian *welding repair*, atau dirumahkan untuk sementara, selanjutnya kemudian dilakukan test ulang.
- c. Jika lolos, selanjutnya dilakukan *ret-test* kedua dilakukan dengan 20 *butt joint*, dengan umlah *defect* tidak boleh lebih dari 5%.
- d. Sebaiknya dibuatkan *mock up* agar *welder* dapat dengan mudah mengerti hasil *welding* yang baik hanya dengan bantuan visual (melihat).
- e. Standar penerimaan *Fitter* dan *Welder* harus diperjelas dan diperketat.
- f. Melakukan penjadwalan audit secara berkala dan *continue*.
- g. Pemilihan penggunaan mesin dalam proses perlakuan material sebaiknya dilakukan uji coba (*trial*) beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang baik.
- h. Pemilihan bahan campuran cat sebaiknya dilakukan sesuai dengan spesifikasi cat dan material. Perlu dilakukan *trial* setidaknya beberapa tahap untuk melihat konsistensi bahan cat, mesin spray dan operator.
- i. Tenaga kerja pada PT. XYZ harus lebih teliti dalam melakukan proses produksi *Element* dari awal hingga akhir, seperti halnya kelalaian dalam melaksanakan *standard operational procedure* dan *work instructure* yang mengakibatkan produk hasil proses keluar dari target proses yang diharapkan, dan meskipun hasil tersebut masih dalam batas toleransi akan tetapi banyaknya penyimpangan terhadap nilai target akan membuat nanti kedepannya mengalami proses yang buruk dan produk yang buruk jika tidak segera dilaksanakan upaya pencegahan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Indeks produktivitas total pada proyek LNK Unit 2 meningkat sebesar 2.98% dari yang sebelumnya 89.82% menjadi 92.80%. Untuk Indeks Produktivitas Parsial pada Proyek LNK Unit 2 meningkat 8.81% untuk tenaga kerja; 0.06% untuk energi; 0.37% untuk material; 7.01% untuk overhead. Secara keseluruhan nilai Indeks mengalami peningkatan dari proyek LNK Unit 1, tetapi berdasarkan hasil evaluasi menggunakan *Productivity Evaluation Tree (PET)*, didapatkan hasil untuk TP_{it} untuk produktivitas total dan parsial yang hasilnya adalah *negative*, yang berarti peningkatan indeks produktivitas pada proyek LNK Unit 2 belum sesuai dengan harapan perusahaan.
2. Pada pelaksanaan proyek untuk perencanaan ke depan (LNK Unit 3) diupayakan dapat meningkatkan produktivitas, yaitu berdasarkan analisa biaya Nampak dapat mereduksi nilai input (biaya sumber daya) dari Rp. 67,419,880,428.07 menjadi Rp. 65,185,445,697.19, atau turun sebesar Rp. 2,234,434,730.88 atau penurunan sebesar 3,31%.

Daftar Pustaka

- Ariani, D.W. (2004) *Pengendalian Kualitas Statistik*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Gasperz, Vincent, (2000), “ *Manajemen Produktivitas Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*”, penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gasperz, Vincent (2002), *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO : 2000, MBNQA dan HACCP*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

- Gaspersz, Vincent. (2003), *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hiroshi Kume, 1989, *Statistical Methods for Quality Improvement*, Penerbit PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Edisi Pertama, Jakarta.
- Montgomery, Douglas C (1990), *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Pande, Peter (2002), *The Six Sigma Way – Bagaimana GE Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Summant. David J. (1984), *Productivity Engineering and Management*. United State of America: McGraw-Hill Book Company.
- Pysdek. Thomas, 2002, *The Sigma Handbook*, Edisi Pertama, Penerbit Salemba Empat, Jakarta