

## Pendekatan *LeanSix Sigma* dalam Perbaikan dan Pengurangan *Waste* untuk Peningkatan Produktifitas pada Produksi Pipa Tubing di PT. J

Akhmad Nidhomuz Zaman<sup>\*1</sup>, Merike Widi Safitri<sup>2</sup>, Rahmayanti Wulandari<sup>3</sup>, Prama Shandyasta Mahindriya<sup>4</sup>, Alina Cynthia Dewi<sup>5</sup>, Muhamad As'adi<sup>6</sup>, Santika Sari<sup>7</sup>, Fatma Ayu Nuning Farida Afiatna<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jl. RS Fatmawati, Pd. Labu, Kec. Cilandak, Kota Depok, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12450

<sup>8</sup> Teknik Industri, Universitas Hasyim Asy'ari Jombang  
Jl. Irian Jaya No. 55, Tebuireng, Cukir, Diwek, Jawa Timur 61471  
Email: akhmadnidhomuzzaman@upnvj.ac.id

### ABSTRAK

Perusahaan untuk tetap mempertahankan pelanggan dan bersaing harus meningkatkan kepuasan dengan perbaikan kualitas produk serta peningkatan kinerja. Obyek penelitian adalah PT. J manufaktur pipa OCTG berada di Batam. Permasalahan: pengendalian *waste* (contoh *waste*: proses pemotongan, pemindahan pipa dengan forklift, dll) serta kualitas produk OCTG (khususnya Tubing dan Pup Joint) di dalam proses produksi. Tujuan penelitian mengurangi / perbaikan *waste* pada proses produksi dan kualitas produk serta mengarahkan peningkatan produktifitas produksi yang berkelanjutan. Metodologi pendekatan DMAIC: *Define* identifikasi dengan VSM dan PAM: *Measure* penetapan CTQ didapat jenis *defect* terbesar dan terkecil, *Analyze* pengolahan dan analisa dengan pendekatan LSS, *Improve* hasil analisa bobot *waste* terbesar, *Control* mengendalikan faktor penyebab serta melakukan penerapan pengendalian pada setiap prosesnya. Hasil yang didapat: Perusahaan berada pada level 4 sigma, *waste* yang tertinggi pada *waiting* dan yang terkecil *overproduction*, LSS dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja terutama pada perusahaan yang berkarakter proyek serta mengurangi tingkat *waste* dan memperbaiki untuk menjadi metode kerja yang efektif dan efisien. Dengan perbaikan pola dan kerja dapat mengurangi tingkat pergerakan yang dirasa NVA dengan beberapa contoh pada perbaikan: *planning* pola kerja penetapan jadwal *maintanance* mesin secara berkala, diusahakan ada update mesin baru dan alat potong untuk meningkatkan hasil yang baik, dan menambah jumlah karyawan pada bagian proses yang penting.

**Kata Kunci:** DMAIC; *lean six sigma*; *waste*, proyek;

### ABSTRACT

*Companies to keep customers and compete must increase satisfaction by improving product quality and improving performance. The research object is PT. J manufacturing OCTG pipes located in Batam. Problems: waste Control (eg waste: cutting process, pipe removal with forklifts, etc.) as well as the quality of OCTG products (especially Tubing and Pup Joint) in the production process. The research objective is to reduce and improve waste in the production process and product quality and to direct the improvement of sustainable production specifications. DMAIC approach methodology: Defect identification with VSM and PAM: Measure the determination of CTQ to obtain the largest and smallest defect types, Analyze processing and analysis with the LSS approach, Improve the results of the largest waste weight analysis, Control the causative factors and implement Control in each process. The results obtained: The company is at level 4 sigma, the highest waste is waiting and the smallest is overproduction, LSS can increase productivity and performance, especially in companies with project characteristics as well as reduce waste levels and improve it to become an effective and efficient work method. With improved patterns and work, it can reduce the level of movement felt by NVA with several examples on improvement: planning work patterns, determining machine maintenance schedules regularly, making efforts to update new machines and cutting tools to increase good results, and increase the number of employees in part of the process urgent.*

**Keywords:** DMAIC; *lean six sigma*; *waste*, project;

### Pendahuluan

Persaingan yang terjadi pada dunia industri jasa dan manufaktur semakin tahun semakin ketat, sejalan dengan perkembangan dan kemajuan

teknologi serta semakin banyaknya produk yang ada di pasaran. Hal tersebut membawa setiap perusahaan untuk harus meningkatkan daya saingnya agar dapat bertahan dan menjadi yang

terdepan. Untuk meningkatkan daya saing, perusahaan harus dapat merancang strategi, baik dalam memasarkan produk maupun memenuhi permintaan dan kepuasan pelanggan dengan memproduksi produk yang tepat waktu dan berkualitas dengan harga yang kompetitif [1]. Selain upaya mengurangi pemborosan (*waste*), perusahaan perlu meninjau produk dari segi kualitas. Menurut [2] kompetisi dalam pangsa pasar mendorong perusahaan untuk meningkatkan kualitas produknya. Namun, kualitas itu dipengaruhi oleh beragam faktor. Kualitas berkaitan dengan faktor-faktor seperti kualitas bahan baku yang digunakan, proses produksi, kualitas kontrol selama produksi, pengemasan produk, harga produk, lingkungan di mana produk ditampilkan kepada pembeli, daya tahan produk, serta ekspektasi dan apresiasi pembeli [3]. Selain itu kualitas produk tidak hanya merupakan permasalahan fisik produk melainkan juga faktor lain seperti umur teknis, daya tahan, garansi, serta pelayanan pasca pembelian. Salah satu permasalahan kualitas yang sering terjadi dalam kegiatan produksi adalah *defect* atau cacat. Hal ini tentunya dapat mengurangi efektivitas dan efisiensi proses produksi [4].

Munculnya *defect* juga dapat menyebabkan ketidaksesuaian produk yang dihasilkan dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan. Kepuasan pelanggan adalah parameter yang paling penting dalam hal kualitas dan biaya produksi, yang mana dipengaruhi oleh kecacatan produk. Produk cacat menyebabkan tingkat penolakan tinggi yang berakibat pada penurunan laba industri [5]. Memproduksi produk berkualitas tinggi tanpa adanya cacat (*defect*) merupakan tujuan utama perusahaan untuk mendapatkan pangsa pasar dan bertahan di lingkungan yang kompetitif [6]. Karena alasan itu, semakin banyak perusahaan mencari metodologi manajemen yang memungkinkan untuk meningkatkan produk atau karakteristik layanan, menyempurnakan proses, mengurangi biaya, meningkatkan profitabilitas modal dan kepuasan pelanggan. Hal ini telah dicoba melalui *Lean Management* dan pendekatan *Six Sigma* secara terintegrasi dalam proses manajerial dan produksi [7].

*Lean Management* bertujuan untuk mengurangi variasi waktu kerja dengan menetapkan standar prosedur kerja [8]. Selain itu dalam *Lean Management*, penting bagi semua karyawan dapat memecahkan masalah dan membuat perbaikan dengan cara mereka sendiri [9]. *Lean Manufacturing* adalah teknik untuk mengurangi aktivitas yang sia-sia di dalam proses perakitan tanpa mengurangi efisiensi. *Lean Manufacturing* dan pengurangan *defect* disatukan berkembang menjadi *Lean Six Sigma* yang memungkinkan peningkatan kinerja secara sistematis menuju

pencapaian standar kualitas produk dan proses yang baik, hasil penelitian penerapan *lean six sigma* untuk mengurangi *Non Value added* (NVA) pada perakitan serta analisis cacat untuk memeriksa, mengukur, dan mengurangi sumber cacat dalam proses operasional serta meningkatkan dan mempertahankan kinerja proses perakitan otomotif menggunakan *lean six sigma* DMAIC dan *Root Cause Analysis* (RCA) [10].

Penelitian ini dilakukan di PT. J perusahaan produksi OCTG sebagai salah satu produk keluaran perusahaan. Perusahaan ini menyokong kebutuhan pipa untuk perusahaan oil dan gas, dimana pipa tersebut digunakan untuk mengangkat minyak atau gas dari bawah dengan jumlah banyak ke permukaan. Pengendalian kualitas pada proses produksi di PT. J di Batam dilakukan dengan adanya *in-line inspection* dan *final inspection*. Standar pengendalian kualitas untuk jumlah produk *sampling* dan *reject* juga telah ditetapkan menggunakan standar API 5CT, API Specification Q1, ISO 9001, OHSAS 18001, ISO 14001, API 7-1.

Permasalahan pada penelitian ini adalah tentang pengendalian *waste* dan kualitas produk OCTG (khususnya Tubing dan *Pup Joint*) di dalam proses produksi dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* dilihat dari tingkat *defect* yang terjadi pada perusahaan untuk periode 2015 sampai 2019, teridentifikasi beberapa *waste waiting* dan *motion*. Tujuannya untuk mengurangi/perbaiki *waste* pada proses produksi dan kualitas produk serta mengarahkan peningkatan produktifikasi produksi yang berkelanjutan. Penelitian ini mengacu pada [11] dan [10] dengan perbaikan VSM dapat dirancang dan sudah disesuaikan secara *real time* kepada manajemen proyek (PT. J bersifat proyek), beberapa penelitian terdahulu mengemukakan integrasi yang sudah diusulkan masih sedikit upaya dikembangkan untuk mengatasi pendekatan berbasis LSS-DMAIC yang bertujuan peningkatan proses manajemen proyek yang harus mendukung hasil yang berkelanjutan dan peningkatan proses bisnis. Penelitian ini mengembangkan sedikit dari modifikasi yaitu pada sisi mengujicobakan LSS pada perusahaan yang berkarakter proyek yang berkelanjutan untuk menambah keandalan daripada teori dan model, karena implementasi LSS pada proyek masih sangat sedikit. Maka penerapan LSS di PT. J di desain untuk mengarahkan peningkatan proses manajemen proyek yang berkelanjutan dan tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengurangi dan perbaikan *waste* pada proses produksi dan kualitas Pipe OTG.

*Lean* berfokus pada mempercepat dengan menghilangkan limbah dari lingkungan, sedangkan *Six Sigma* membantu dalam mencapai produk atau kualitas jasa yang lebih tinggi. Prinsip *Lean* menyarankan bahwa selalu ada pemborosan

(defect) untuk dihilangkan dari *value stream*, sedangkan *Six Sigma* bertujuan pada target spesifik dalam *value stream*. Namun demikian integrasi yang sudah diusulkan masih sedikit upaya dikembangkan untuk mengatasi pendekatan berbasis LSS-DMAIC yang bertujuan peningkatan proses manajemen proyek yang harus mendukung hasil yang berkelanjutan dan peningkatan proses bisnis[11]. Penghapusan limbah terus menerus dari *value stream* membantu menjaga kecepatan dan fokus pada area *value stream* tertentu membantu dalam meningkatkan akurasi [12].

Dengan menggunakan konsep *Lean Six Sigma* akan menunjukkan adanya kegiatan yang tidak ada nilai tambah (*Non-value added*) pada sistem produksi yang dilaksanakan dan memberikan usulan perbaikan untuk menghilangkan pemborosan yang terjadi, sekaligus mengetahui penyebab terjadinya *defect* sebagai acuan untuk kemudian dapat mengurangi jumlah *defect* yang terjadi.

### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, dilakukan integrasi antara *lean* dan *six sigma* dengan pendekatan DMAIC. Pada *lean* dengan pendekatan identifikasi *waste* pada rantai produksi dengan VSM dan *Process Activity Mapping* (PAM). Berikut tahapan dalam penelitian ini adalah:

1. **Defect** (mendefinisikan), membuat VSM dan PAM untuk mendapat keseluruhan aktifitas setiap proses produksi yang dapat mengetahui *waste* yang terjadi pada setiap aktifitas. Data yang digunakan adalah data pengamatan pada tahapan proses produksi, jumlah operator, jumlah *shift* dan *cycle time*. Data kuisioner *waste* didapat dari pihak produksi dan QC. Hasil tertuang pada gambar 2 dan lampiran PAM.
2. **Measure** (Mengukur), penetapan CTQ *six sigma*. Maka didapat beberapa jenis *defect* terbesar dan mana jenis *defect* terkecil serta mencari prosentase *defect* yang didapatkan dari data *defect* perusahaan pada produksi Pipes Tubing 3 1/2 9.30 PFF, J-55, EU, 8-RD, R-2 periode 2015 sampai 2019. Pada Tabel 2 merupakan CTQ dari produk Tubing Gambar 1:

Tabel 1. CTQ pada Produk Tubing

No.	CTQ	Keterangan
1.	<i>Threading Damage</i>	Terdapat kerusakan pada ulir
2.	<i>Off-Specification</i>	Ulir Tidak sesuai dengan spesifikasi yang diberikan
3.	<i>Galled Thread On Thread Crest Area</i>	Terdapat kerusakan berupa pada threading di bagian Crest
4.	<i>Grip Mark</i>	Keruskaan pada tanda pegangan
5.	<i>Pipe Collapse</i>	Pipa rusak dan terjadi runtuh
6.	<i>Threading Chatter</i>	Terdapat kerusakan pada chatter



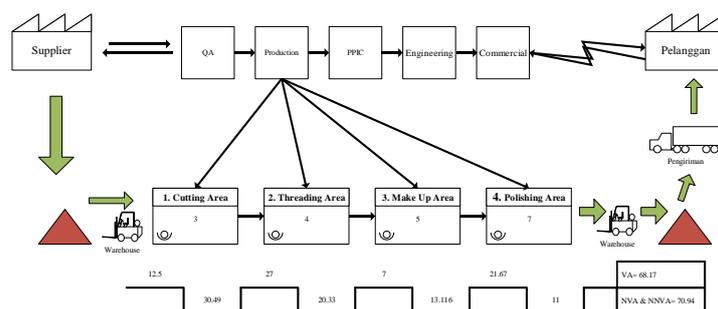
Gambar 1. Produk Tubing

3. **Analyze** (Menganalisis), setelah pengumpulan data kemudian masuk pada pengolahan dan analisa serta mencari sumber permasalahan yang beresiko menyebabkan dua jenis cacat tertinggi yang dapat dilihat pada diagram pareto dan diagram tulang ikan.
4. **Improve** (Memperbaiki), langkah perbaikan dilakukan pada hasil analisa bobot *waste* terbesar yang didapat dari kuisioner *lean* (10 responden dari pihak yang berhubungan dengan produksi dan QC) dan diagram tulang ikan.
5. **Control** (Pengendalian), penentuan tahap akhir untuk mengendalikan faktor penyebab yang berakibat fatal dengan berupaya melakukan penerapakan pengendalian pada setiap prosesnya.

### Hasil dan Pembahasan

**Defect** (mendefinisikan), PAM menunjukkan aktivitas yang terjadi pada setiap proses beserta waktu yang diperlukan, jarak yang ditempuh setiap aktivitas, dan jumlah operator yang dibutuhkan pada setiap proses. PAM pada *production pipes tubing 3 1/2 9.30 PFF, J-55, EU, 8-RD, R-2* di PT AIUEO dapat dilihat pada lampiran tabel 3.

Value Stream Mapping Aktual



Gambar 2. VSM Aktual

Berdasarkan hasil tabel 3 (terdapat dilampiran PAM) dan gambar 2 merupakan VSM pada sistem manufaktur pada kondisi sebenarnya. Untuk VA dengan nilai 68.17 dan NNVA & NVA=70.9. Waktu proses pada NVA dan NNVA/NVA terlihat hampir sedikit sama. Selama proses produksi departemen *Quality Assurance* akan secara

prosedural melakukan inspeksi pada setiap *work station* hingga produk kembali pada *final storage*. Setelah itu *finished products* akan dikirim pada *customer* sesuai kesepakatan. Terdapat *waste* pada aktifitas proses: potong pipa, *setup* mesin, dan pembersihan pipa. Pada NVA terdapat *waste* yaitu: penerimaan material, inspeksi panjang, penomoran material, pemindahan pipa dengan forklif. *Waste* tersebut bagaimana caranya untuk dapat direduksi dengan capaian dapat meningkatkan produktifitas, dengan perubahan pola kerja secara pendekatan proses dengan bertahap.

Tabel 4. Hasil Kuisisioner *Lean*

No	Waste	Bobot
1.	<i>Overproduction</i> (Produksi Berlebih)	0.3
2.	<i>Defects</i> (Produk Cacat)	1
3.	<i>Unnecessary Inventory</i> (Persediaan yang Tidak Perlu)	1.1
4.	<i>Inappropriate Processing</i> (Proses yang Tidak Sesuai)	1.6
5.	<i>Excessive Transportation</i> (Transportasi Berlebih)	1.2
6.	<i>Waiting</i> (Menunggu)	2.5
7.	<i>Unnecessary Motion</i> (Gerakan yang Tidak Perlu)	1.9

Berdasarkan tabel 4 dan tabel 5, *waste* terbesar adalah *waiting* karena *layout* mesin memiliki *space* yang cukup jauh, produk yang besar dalam pemindahan dengan alat transport harus mempertimbangkan faktor keselamatan, beberapa terjadi keterlambatan *supplier* pada pengiriman bahan dan *wasteterkecil* pada *overproduction* karena perusahaan memproduksi sesuai dengan pesanan dan berkarakter proyek. Dari 7 *waste* yang sudah dibobotkan dilakukan fokus perbaikan berdasarkan dari nilai bobot prioritas terbesar sampai terkecil. Pada tabel 6 merupakan data produksi.

Tabel 5. Identifikasi Pemborosan dengan *Fishbone*

No.	Macam Waste	Waste Yang Terjadi
1.	Menunggu ( <i>waiting</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terkadang bahan baku yang dikirimkan <i>supplier</i> melampaui <i>lead time</i>, sehingga proses produksi harus menunggu hingga bahan baku datang.</li> <li>• Letak antara <i>workstation</i> yang kurang efisien</li> <li>• Adanya waktu menunggu bagi operator dan <i>helper</i> pada stasiun <i>threading</i>, dikarenakan waktu <i>setup</i> mesin yang cukup lama.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya waktu menunggu untuk memasukkan pipes ke dalam CNC, hal ini harus dilakukan secara hati-hati untuk meminimalisir adanya <i>defect</i> pada pipes.</li> </ul>
2.	Gerakan Tidak Perlu ( <i>Unnecessary motion</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operator kurang disiplin pada saat melakukan proses permesinan seperti beristirahat didalam <i>working hours</i> dan berbincang-bincang.</li> <li>• Operator pada stasiun <i>Cutting</i> terlalu sedikit sehingga proses ini cukup menggunakan waktu cukup besar.</li> </ul>
3.	Proses Tidak Sesuai ( <i>Innapropriate processin</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya <i>reworks</i> untuk pipes yang <i>defect</i></li> <li>• Dokumentasi file produksi kurang detail dan belum terdigitalisasi</li> </ul>

Tabel 6. Data Produksi Tubing

Periode	Produk	Jumlah Produksi	Jumlah Sampel	Jumlah Sampel Defect
2015	Tubing 2-7/8" 6.4# EU R-2 J-55	6676	668	2
2016	Tubing 3-1/2" 9.3# R-2 EU J-55 Pup Joint	2780	278	2
2016	Tubing 3-1/2" 9.20# FT EU J-55	520	52	1
2017	Tubing 2-7/8" 6.4# EU R-2 J-55 Pup Joint	1500	150	1
2018	Tubing 3-1/2" 9.20# 4 FT EU J-55	1950	195	2
2019	Tubing 3-1/2" 9.3# R-2 EU J-55	900	90	2
<b>Total</b>		<b>14326</b>	<b>1433</b>	<b>10</b>

*Measure*(Mengukur), identifikasi unsur-unsur CTQ dari produk. CTQ merupakan atribut

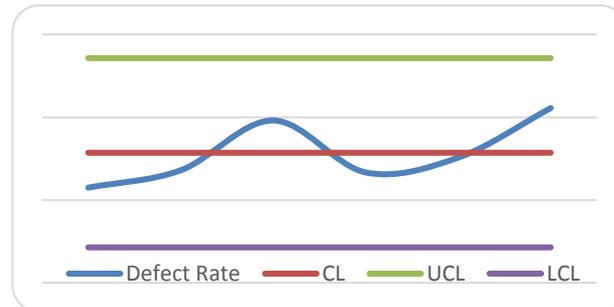
penting yang perlu diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kepuasan pelanggan. Perhitungan *Control Diagram* Data yang digunakan dalam perhitungan ini merupakan data mengenai jenis dan jumlah *Defect* yang terjadi pada saat proses produksi untuk produk Tubing dan Pup Joint berdasarkan data historis perusahaan yang diambil untuk periode 2015 sampai 2019 dengan data tabel 7:

Tabel 7. Perhitungan Peta Kendali

Periode	Produk	Jumlah Sampel	Jumlah Sampel Defect	Defect Rate
2015	Tubing 2-7/8" 6.4# EU R-2 J-55	668	2	0.3
2016	Tubing 3-1/2" 9.3# R-2 EU J-55	278	2	0.72
2016	Pup Joint Tubing 3-1/2" 9.20# FT EU J-55	52	1	1.92
2017	Tubing 2-7/8" 6.4# EU R-2 J-55	150	1	0.67
2018	Pup Joint Tubing 3-1/2" 9.20# 4 FT EU J-55	195	2	1.03
2019	Tubing 3-1/2" 9.3# R-2 EU J-55	90	2	2.22
<b>Total</b>		<b>1433</b>	<b>10</b>	<b>6.86</b>

Dari tabel 7, untuk melakukan *Controlling* terhadap produk sebagai batas pengendalian maka dihitung CL (*Control Line*), UCL (*Upper Control Line*), dan LCL (*Lower Control Line*) dengan menggunakan *Excel* dengan formula, *defect rate* terbesar pada tahun 2016 dan 2019, hasil dan grafik sebagai berikut:

- *Contol Line* (CL)  
 $= \text{AVERAGE}(\text{DEFECT RATE})$  (1)  
 $= 1.14$
- Standar Deviasi  
 $= \text{STDEV.S}(\text{DEFECT RATE})$  (2)  
 $= 0.762$
- *Upper Contol Line* (UCL)  
 $= \text{CL} + (\text{STANDAR DEVIASI} * 3)$  (3)  
 $= 3.429$
- *Lower Contol Line* (LCL)  
 $= \text{CL} - (\text{STANDAR DEVIASI} * 3)$  (4)  
 $= -1.143$



Gambar 3. Grafik *Control Diagram*

Peta kendali gambar 3 dipakai untuk melihat proporsi *Defect* yang terjadi pada setiap hasil produksi dengan ketentuan rata-rata adalah garis CL, titik tertinggi adalah garis UCL dan titik terendah adalah garis LCL. Dengan grafik di atas, maka terlihat bahwa nilai *Defect* produk masih berada di dalam batas *Control* maka *defect* masih masuk pada toleransi perusahaan. Sebelum mencari DPMO, perlu dilakukan perhitungan DPO terlebih dahulu. DPO merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yaitu menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan persatu kesempatan. Setelah diketahui nilai DPO kemudian menghitung nilai DPMO dengan contoh perhitungan untuk periode 2015 sebagai berikut:

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Sampel Defect}}{\text{Jumlah Sampel} \times \text{Jumlah CTQ}}$$

$$DPO = \frac{2}{(668 \times 6)}$$

$$DPO = 0.000499$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0.000499 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 499.002$$

Untuk mengukur level *sigma* dapat digunakan alat bantu berupa tabel konversi sigma atau dengan menggunakan *Excel*. Untuk mengukur level sigma pada penelitian kali ini menggunakan *Excel* dengan formulasi:

$$\text{NORMSINV} \left( \frac{(1000000 - \text{DPMO})}{1000000} \right) + 1,5 \quad (5)$$

Hasil rekapitulasi perhitungan DPO, DPMO, dan level *sigma* untuk periode 2015 sampai 2019 dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Level *Sigma*

Periode	Produk	Jumlah Sampel	Jumlah Sampel Defect	DPO	DP M O	Sigma
2015	Tubing 2-7/8" 6.4# EU R-2 J-55	668	2	0.000499	99.002	4.791089
2016	Tubing 3-1/2"	278	2	0.001199	19.90	4.535913

	9.3# R-2				41	
	EU J-55					
	Pup Joint					
	Tubing					
2016	3-1/2"	52	1	0.003	20	4.226023
	9.20# FT			205	5.1	
	EU J-55				28	
	Tubing					
2017	2-7/8"	150	1	0.001	11	4.558804
	6.4# EU			111	1.1	
	R-2 J-55				11	
	Pup Joint					
	Tubing					
2018	3-1/2"	195	2	0.001	70	4.427335
	9.20# 4			709	9.4	
	FT EU J-55				02	
	Tubing					
2019	3-1/2"	90	2	0.003	70	4.177951
	9.3# R-2			704	3.7	
	EU J-55				04	
<b>Total</b>	<b>1433</b>	<b>10</b>		<b>0.011</b>	<b>14</b>	<b>26.71712</b>
				<b>427</b>	<b>27.</b>	
					<b>39</b>	

Dari tabel 8, diketahui bahwa nilai rata-rata sigma yaitu **4.45285** yang menunjukkan pencapaian tingkat *Six Sigma* yaitu Rata-Rata Industri USA. Karena PT. J hasil produk dipakai pada perusahaan minyak dengan standar dan kualitas yang ketat. Minyak merupakan hasil bumi untuk pendapatan negara dan d *export*, maka sangat penting standar diperketat untuk mendapatkan hasil yang sangat berkualitas. **Analisis** pengendalian kualitas dengan metode *Six Sigma* ini dilakukan dengan menggunakan diagram pareto dan diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram*). Hasil yang ingin dicapai pada tahap ini yaitu dapat mengetahui sebab-akibat terjadinya produk *Defect* untuk kemudian dapat diperbaiki.

Diagram pareto merupakan salah satu instrument pengendalian kualitas yang digunakan untuk mengetahui faktor yang perlu menjadi fokus untuk perbaikan kualitas. Diagram pareto ini akan menunjukkan urutan tingkat kerusakan dari yang terbesar hingga terkecil, sehingga dapat diketahui CTQ yang paling berpengaruh terhadap banyaknya produk cacat dalam perusahaan. Perhitungan persentase untuk produk *Defect* (*% failure rate*) menggunakan rumus:

$$\% \text{ failure rate} = \frac{\text{jumlah\_jenis\_defect}}{\text{jumlah\_produk\_defect\_keseleuruhan}} \times 100\% \quad (7)$$

Contoh perhitungan *% failure rate* pada jenis *Defect Thread Damage* sebagai berikut:

$$\% \text{ failure rate} = \frac{3}{10} \times 100\%$$

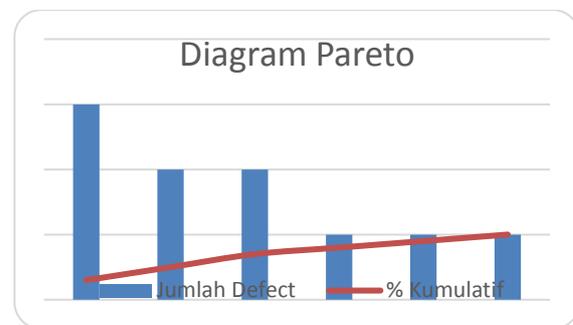
$$\% \text{ failure rate} = 30\%$$

Hasil rekapitulasi perhitungan *% failure rate* tabel 9 untuk enam jenis *Defect* adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Perhitungan *% Failure Rate*

Jenis Defect	Jumlah Sampel Defect	% Failure Rate	% Kumulatif
<i>Threading Damage</i>	3	30%	30%
<i>Off-Specification</i>	2	20%	50%
<i>Galled Thread On Thread Crest Area</i>	2	20%	70%
<i>Grip Mark</i>	1	10%	80%
<i>Pipe Collapse</i>	1	10%	90%
<i>Threading Chatter</i>	1	10%	100%
Total	10	100.00%	

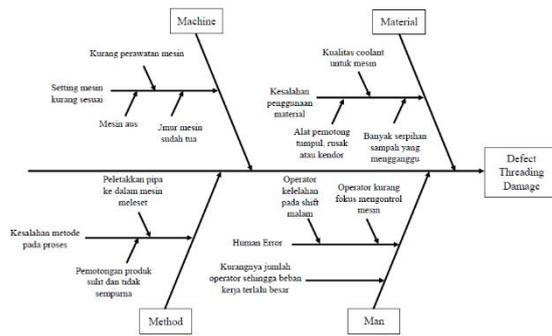
Dari hasil perhitungan yang sudah diperoleh di atas, kemudian digambarkan diagram pareto yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Pareto Jenis *Defect*

Dari diagram pareto gambar 4, diketahui 6 jenis *Defect* yang terjadi pada produksi yang dilakukan oleh PT. J untuk produk Tubing dan *Pup Joint* terlihat bahwa jenis *Defect Threading Damage* merupakan jenis *Defect* yang sering terjadi dengan persentase 30% dari total *Defect*. Oleh karena itu, jenis *Defect Threading Damage* perlu menjadi perhatian secara prioritas dan diperlukan adanya investigasi mengenai penyebab terjadinya serta usulan perbaikan yang memungkinkan.

*Fishbone Diagram* atau biasa dikenal dengan diagram sebab-akibat memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang terjadi dengan kemungkinan penyebabnya, serta faktor-faktor yang mempengaruhi dan menjadi penyebab terjadinya *Defect* produk.



Gambar 5. Fishbone Diagram

Gambar 5 menjelaskan *Threading Damage* adalah terdapat kerusakan yang terjadi pada ulir, hal tersebut disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- a) Faktor Mesin
  - Kurangnya perawatan mesin yang seharusnya dilakukan berkala
  - Mesin aus bisa menyebabkan *defect* pada produk
  - Umur mesin yang sudah tua mempengaruhi kualitas kerja mesin
- b) Faktor Material
  - Kualitas *coolant* (pendingin) yang dipakai harus yang berkualitas
  - Alat pemotong tumpul, rusak atau kendor
  - Banyaknya serpihan sisa pemotongan sebelumnya pada mesin
- c) Faktor Metode
  - Pada saat memasukkan pipa ke dalam mesin sering meleset dan mempengaruhi hasil pemotongan
  - Karena *threading* adalah sambungan dan ukurannya harus tepat sehingga pemotongan ulir sulit dan sering tidak sempurna
- d) Faktor Manusia
  - Operator kelelahan pada shift malam
  - Operator kurang fokus untuk mengontrol mesin
  - Kurangnya jumlah operator sehingga beban kerja masing-masing operator terlalu besar

**Improve** pada penelitian ini merupakan rencana berupa upaya yang akan dilakukan untuk mengurangi produk *Defect* dengan metode *Lean Six Sigma*. Perbedaan waktu tersebut (perbaikan dengan *lean*) dikarenakan adanya pengurangan waktu terhadap masing-masing kategori aktivitas sebagai upaya perbaikan atas pemborosan-pemborosan yang terjadi pada *production pipes Tubing 3 1/2 93.30 PPF, J-55, EU, 8-RD, R-2* di PT. J. Pada kategori aktivitas VA terdapat tiga proses yang mengalami

perbaikan/pengurangan waktu yaitu proses pemotongan pipa dikarenakan adanya penambahan *manpower*, pen-setup-an mesin, kemudian pembersihan pipa dengan *air compressor*. Sedangkan untuk kategori NNVA terdapat 10 aktivitas yang mengalami perbaikan/pengurangan waktu yaitu proses penerimaan material, inspeksi Panjang, nomor material, kualitas material hingga inspeksi visual, pemutaran arah pipa ke mesin, dan berbagai pemindahan pipa dengan menggunakan alat atau forklift serta mengarsipkan laporan *finished goods*. Untuk kategori aktivitas NVA segala delay/menunggu untuk mengalami perbaikan/pengurangan waktu untuk lebih dioptimalkan agar tidak terjadi *waste*.

Setelah diketahui sebab-sebab terjadinya *Defect* untuk jenis *Defect Threading Damage* pada produk, kemudian hal yang harus dilakukan adalah membuat rekomendasi atau usulan perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi tingkat cacat produk yang dapat dipertimbangkan oleh perusahaan. Usulan perbaikan yang diberikan sebagai upaya mengangulangi *Defect* yaitu sebagai berikut:

Tabel 10. Usulan Perbaikan *Defect*

Unsur	Faktor Penyebab	Usulan dan Perbaikan
<i>Machine</i>	- Kurangnya perawatan mesin yang seharusnya dilakukan berkala	- Menetapkan jadwal untuk <i>maintenance</i> mesin dan dilakukan berkala
	- Mesin aus bisa menyebabkan <i>defect</i> pada produk	- Mengganti mesin dengan mesin baru yang memiliki kualitas lebih baik
	- Umur mesin yang sudah tua mempengaruhi kualitas kerja mesin	- Mengurangi pemakaian pada mesin-mesin tua
<i>Material</i>	- Kualitas <i>coolant</i> (pendingin) yang dipakai harus yang berkualitas	- Menggunakan <i>coolant</i> kualitas terbaik agar hasil produk minim <i>defect</i>
	- Alat pemotong tumpul, rusak atau kendor	- Mengecek secara berkala alat potong yang digunakan dan menggantinya
	- Banyaknya serpihan sisa pemotongan sebelumnya pada mesin	- Mengganti dengan yang baru lebih cepat dari biasanya
	- Secara berkala membersihkan sampah-sampah serpihan sisa potongan yang ada di dalam mesin	

<i>Method</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pada saat memasukkan pipa ke dalam mesin sering meleset dan mempengaruhi hasil pemotongan</li> <li>- Karena threading adalah sambungan dan ukurannya harus tepat sehingga pemotongan ulir sulit dan sering tidak sempurna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pada saat memasukkan pipa ke dalam mesin dilakukan oleh ahli/professional untuk menghindari kerusakan</li> <li>- Sebaiknya operator memperhatikan toleransi yang diberikan dan standarnya sehingga apabila terjadi <i>defect</i> masih berada di dalam interval standar</li> </ul>
<i>Man</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operator kelelahan pada shift malam</li> <li>- Operator kurang fokus untuk mengontrol mesin</li> <li>- Kurangnya jumlah operator sehingga beban kerja masing-masing operator terlalu besar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembagian beban kerja shift pagi dan shift malam dibedakan karena pengaruh kemampuan operator</li> <li>- Memberikan motivasi dan peningatan kesejahteraan pekerja agar mampu meningkatnya keinginan untuk bekerja maksimal</li> <li>- Menambah jumlah karyawan</li> </ul>

**Control** merupakan tahap terakhir dari metode *Six Sigma* yang merupakan keberlanjutan dari pemberian usulan pada tahap *Improve* yaitu dengan implementasi dan melakukan pengendalian (*Controlling*) terhadap proses perbaikan yang diharapkan. Langkah-langkah yang mungkin dapat dilakukan apabila akan mengimplementasikan:

1. Melakukan *Controlling* rutin terhadap kinerja dan hasil dari setiap operator yang bekerja
2. Menunjuk teknisi mesin untuk *stand by* sebagai pengontrol mesin sehingga apabila terjadi kerusakan pada settingan mesin dapat langsung diperbaiki.
3. Melakukan perhitungan perkiraan umur pakai mesin pada saat akan pergantian mesin.
4. Menghitung besar beban kerja karyawan pada tiap-tiap proses dan melakukan *hiring/firing* untuk mengefisienkan tenaga kerja.

PT. J merupakan perusahaan yang berskala internasional dari hasil *six sigma* mencapai level 4 *sigma*, beberapa metode kerja pada perusahaan dirasa sudah baik serta untuk selalu mempertahankan bahkan meningkatkan kinerja dan

produktivitas para karyawan. Karayawan merupakan faktor utama dalam perusahaan, jadi diusahakan fasilitas dan pemenuhan kebutuhan karyawan dipenuhi dengan selalu menjaga budaya kerja yang baik saling kerjasama dan memberikan masukan. Komitmen *leandimulai* dari konsistensi manajemen puncak sampai kebawah, karena sebagai paramater contoh pada yang dibawah. Perbaikan secara tidak langsung dapat membantu metode kerja yang baik karena suatu rencana yang mengarah pada perbaikan hasil dan pengurangan *waste* yang salah satunya pada *defect*.

### Kesimpulan

Berdasarkan data produksi untuk produk OCT yang dijalankan PT. J yang berlokasi di Batam dapat ditarik kesimpulan yaitu: *LeanSix Sigma* dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja terutama pada perusahaan yang berkarakter proyek serta mengurangi tingkat *waste* dan memperbaiki untuk menjadi metode kerja yang efektif dan efisien. Dengan perbaikan pola dan kerja dapat mengurangi tingkat pergerakan yang dirasa NVA dan dengan pendekatan bisa merubah kebiasaan yang tidak memberikan nilai tambah menjadi nilai tambah. Beberapa contoh pada perbaikan adalah dengan *planning* pola kerja penetapan jadwal *maintenance* mesin secara berkala, diusahakan ada *update* mesin baru dan alat potong untuk meningkatkan hasil yang baik, dan menambah jumlah karyawan pada bagian proses yang penting.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan menambahkan / kolaborasi simulasi pada hasil *lean* untuk dapat menentukan perkiraan hasil perbaikan dan dampak dari perbaikan serta keterlibatan para pemangku dan karyawan untuk selalu dalam membudayakan kerja yang fokus nilai tambah dan *teamwork* untuk lebih berkelanjutan.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-sebesarannya dan rasa hormat kepada LPPM UPNVJ (penyokong dana utama), Mahasiswa TI 2016 UPNVJ Wulan dan Merike, Prama 2018, alumni TI 2015 UPNVJ Abi, Perusahaan Pipa di Batam (PT. J), dan Kaprodi (Bapak As'adi) Sesprodi (Ibu Santika) serta Ibu Alina.

### Daftar Pustaka

- [1] S. Nallusamy, "Execution of *lean* and industrial techniques for productivity enhancement in a manufacturing industry". *Materials Today: Proceedings*, 2020.
- [2] J. D. Dana & Y. F. Fong., "Product quality, reputation, and market structure".

- International Economic Review*, Vol. 52, No. 4, pp.1059–1076. 2011.
- [3] H. Bala. “The Impact of Small Business Management on Product Quality, Product Features And Product Positioning In Ibadan”. *International Journal of Research in Commerce & Management*, 3(1041), 136–142. 2012.
- [4] G. Yadav, S. Luthra, D. Huisingh, S. K. Mangla, B. E. Narkhede, & Y. Liu,. “Development of a *lean*manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies”. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118726. 2020.
- [5] R. S. Barot, J. Patel, B. Sharma, B. Rathod, H. Solanki & Y. Patel. “Leansix sigma feasibility and implementation aspect in cast iron foundry”. *Materials Today: Proceedings*, xxx, 1–8. 2020.
- [6] P. Arunagiri, P. Suresh & V. Jayakumar. “Assessment of hypothetical correlation between the various critical factors for *leansystems* in automobile industries.” *Materials Today: Proceedings*, xxx, 2–5. 2020.
- [7] A. Tenera & L. C. Pinto. “A LeanSix Sigma (LSS) Project Management Improvement Model”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 912–920. 2014.
- [8] E. D. Arnheiter & J. Maleyeff. “The integration of leanmanagement and Six Sigma”. *The TQM Magazine*, Vol. 17, No.1, pp. 5–18. 2005.
- [9] B. J. Galli & M. A. Kaviani. “The Impacts of Risk on Deploying and Sustaining *LeanSix* Sigma Initiatives”. *International Journal of Risk and Contingency Management*, Vol. 7, No 1, pp. 46–70. 2017.
- [10] S. Krishna Priya, V. Jayakumar & S. Suresh Kumar. “Defect analysis and *leansix* sigma implementation experience in an automotive assembly line”. *Materials Today: Proceedings*, 22, 948–958. 2020.
- [11] A. Modi & L. Doyle. “Applicability of lean-sigma in IT service delivery system”. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* Vol. 45, No. 10. 2012.
- [12] D. Ferguson. “Lean and six sigma : The same or different”, *Management Services*, Vol. 51, No. 3, pp 12-13. 2007.

Lampiran Tabel 3. PAM Aktual

ACTUAL PROCESS ACTIVITY MAPPING											
No	Aktivitas	Jenis Aktivitas					Jarak (m)	Waktu (menit)	Kategori Aktivitas	Jumlah operator	Sumber Data
		O	T	I	S	D					
<b>Inspection Raw Material On Yard</b>											
1	Receiving Materials		*				10	NNVA	1 MP	Data Lapangan, 2019	
2	Review Job Order	*					0.5	VA	1 MP		
3	Check Material Certificate			*			0.33	NNVA			
4	Check OD, ID, Thickness			*			5	NNVA			
5	Inspect Length			*			0.5	NNVA			
6	Check Hit Number			*			0.33	NNVA			
7	Check Grade Material			*			0.33	NNVA			
8	Check Quantity			*			2	NNVA			
9	Check Visual Condition			*			2	NNVA			
10	Pipes moving to Cutting Area		*			200	3	NNVA	1 MP		
<b>Cutting Area</b>											
11	Sawing pipes as requirement Note : Based on API/Cust Requirements)	*					10	VA	1 MP	Data Lapangan, 2019	
12	Length verification using measure tools	*					2	VA			
13	Inspection (check Randomly)			*			2	NNVA	1 MP		
14	Pipes moving to Threading Area		*			50	5	NNVA	1 MP		
<b>Threading Area</b>											
15	Pipes goes to Stand and arranged (A-Side)		*				3	NNVA	3 MP	Data Lapangan, 2019	
16	Setup Time according specification	*					5	VA			
17	Waiting pipes entered CNC Machine				*		1.5	NVA			
18	Mechanical Process	*					11	VA			
19	Waiting Pipes came off from machine				*		1	NVA			
20	Turn aside of pipes (B-Side)		*				2	NNVA			
21	Waiting Pipes entered CNC Machine				*		1.5	NVA			
22	Mechanical Process	*					11	VA			
23	Inspection (check randomly)			*			5	NNVA			
24	Pipes moving to Make Up Area		*			150	6.33	NNVA			1 MP
<b>Make Up Area</b>											
25	Install and Buck on Coupling on Buck On Machine	*					2	VA	1 MP	Data Lapangan, 2019	
26	Drift Inspection			*			2	NNVA			
27	Pipes moving to Hydrotest Mch		*				5	NNVA	1 MP		
28	Hydrostatic testing on pipes	*					5	VA	1 MP		
29	Inspection			*			2	NNVA	1 MP		
30	Pipes moving to Polishing Area		*			50	4.116	NNVA	1 MP		
<b>Polishing Area</b>											
31	Cleaning pipes with air compressor to prevent dust	*					3	VA	1 MP	Data Lapangan, 2019	
32	Painting with color to prevent pitting Note : color code of grade of material	*					10	VA	1 MP		
33	Measure Length	*					1	VA			
34	Marking identification on body	*					2.67	VA	1 MP		
35	Packing/bundling pipes	*					5	VA	2 MP		
36	Final Inspection			*			2	NNVA	1 MP		
<b>Storage Area</b>											
38	Collect Review all reports			*			3	NNVA	1 MP		
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>650</b>	<b>143.11</b>	<b>17 MP</b>		