

## USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK PIPA API 5L PSL2 MENGUNAKAN METODE SIX SIGMA

Ahmad Nalhadi, Nur Aida, Gina Ramayanti

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya  
Email: ahmadirqi02@gmail.com; aidan7803@gmail.com; ginaramayanti@gmail.com

**Abstrak** – Proses produksi pipa API 5L PSL2 pada Perusahaan Pipa pada tahun 2017 terjadi t produk defect sebesar 7%. Hal ini masih diatas standar yang telah ditetapkan Perusahaan sebesar 4%. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai sigma dan memberikan rekomendasi perbaikan dengan metode six sigma. Berdasarkan hasil analisis DMAI didapat nilai level sigma pipa sebesar 3,65 dengan nilai DPMO 14448. Jenis kecacatan yang teridentifikasi pada proses seperti cacat open welding, high low, contact marking, scarfing, dan under dimension. Usulan perbaikan dilakukan dengan perancangan rekomendasi perbaikan menggunakan 5W+1H dengan melakukan pemeriksaan kondisi mesin forming serta pergantian komponen bearing sebelum waktu lifetime bearing, melakukan preventive maintenance setiap satu minggu dan menambah semburan pendingin pada cutting tool.

**Kata kunci:** Defect, DPMO, Six Sigma

**Abstract** -- The production process of API 5L PSL2 pipes in Pipe Companies in 2017 happened to defect products at 7%. This defect is still above the standards set by the Company at 4%. The study aims to determine the value of sigma and provide recommendations for improvement with the six sigma method. Based on the results of the DMAI analysis, the amount of the pipe sigma level was 3.65 with the value of DPMO 14448. Types of defects identified in the process such as open welding defects, high lows, contact marking, scarring, and under dimension Proposed improvements were made by designing recommendations for improvements using 5W + 1H by checking the condition of the forming machine and changing bearing components before the bearing lifetime, performing preventive maintenance every week and adding coolant bursts to the cutting tool.

**Keywords:** Defect, DPMO, Six Sigma

### PENDAHULUAN

Di era persaingan bebas seperti sekarang menuntut seluruh perusahaan untuk menghasilkan produk berkualitas yang diminati oleh konsumen dan mengelola proses produksi agar tetap berjalan secara efektif dan efisien. Produk yang dihasilkan perusahaan manufaktur dalam sebuah proses produksi seringkali tidak semuanya dapat mencapai standar kualitas yang sudah ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi produk *defect* yang dapat tidak tercapainya target produksi sesuai jadwal yang telah ditentukan. Salah satu cara mempertahankan dan meningkatkan mutu produk adalah dengan memperbaiki proses produksi tersebut.

Sebuah perusahaan pipa di daerah Cilegon juga mengalami permasalahan cacat produk. Total produksi pipa pada WO pertama

sebesar 499 pcs dengan total cacat sebanyak 43 pcs dan presentasi cacat yang dialami perusahaan yaitu sekitar 7%, sedangkan toleransi cacat perusahaan adalah 4%. Hal itu dapat terjadi karena pada saat proses pembentukan bulatan pipa tidak terbentuk dengan sempurna seperti pipa menjadi oval, sisi kiri dan kanan pipa tidak presisi, kegagalan penyatuan kedua sisi pipa, dimensi pipa tidak sesuai dengan standar, yang akan menyebabkan terjadinya produk *defect*. Jika dibiarkan kondisi ini sangat merugikan perusahaan karena biaya produksi akan meningkat. Jika biaya produksi meningkat maka keuntungan yang diperoleh perusahaan menurun. Untuk itu perusahaan perlu meningkatkan standar kualitas yang berguna untuk mengurangi atau menekan terjadinya *defect* sehingga proses produksi mencapai *zero defect*.

Salah metode yang biasa digunakan dalam meminimalkan cacat produksi adalah metode *Six Sigma*. *Six sigma* sebagai program kualitas juga sebagai *tool* untuk pemecahan masalah. *Six sigma* memiliki konsep menetapkan standar kualitas mencapai 3.4 per satu juta kemungkinan dengan level sigma yang bisa menjadi evaluasi kinerja bagi perusahaan. Di dalam penerapan *six sigma* faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi *defect* pada produk dapat diketahui dengan tujuan mengurangi *defect* yang terjadi pada saat proses produksi dalam peningkatan kualitas (Kusumawati & Fitriyeni, 2017)

*Six Sigma* merupakan metode yang terorganisir untuk mengurangi variasi dalam proses organisasi dengan menggunakan spesialis perbaikan, metode terstruktur, dan metrik kinerja dengan tujuan mencapai tujuan strategis (Schroeder, Linderman, Liedtke, & Choo, 2008). Penerapan *Six Sigma* secara konsisten mampu menurunkan cacat yang terjadi di proses produksi yang berdampak pada peningkatan jumlah produksi (Nelfiyanti, Rani, & Fauzi, 2018; Supriyadi, Ramayanti, & Roberto, 2017). Aplikasi *Six Sigma* yang luas mampu mengartikulasikan manfaat *Six Sigma* yang disajikan dalam pengembalian keuangan dengan menghubungkan peningkatan proses dengan penghematan biaya (Kwak & Anbari, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai sigma proses produksi pipa dan merekomendasikan perbaikan yang sebaiknya dilakukan untuk mengurangi cacat yang terjadi. Rekomendasi ini diharapkan menjadi pertimbangan kebijakan perusahaan dalam menyusun kebijakan peningkatan mutu untuk menurunkan cacat yang terjadi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tahapan *Six Sigma* berdasarkan data produksi dan data cacat proses produksi pipa API 5L PSL2 Ø12m dengan nomor *Work Order* (WO) I-293 sampai I-345. Teknik pengumpulan data dengan cara tanya jawab dengan operator atau pegawai yang ada di lingkup proses produksi serta mendapatkan informasi apa saja penyebab terjadinya produk pipa pada umumnya dan khususnya pada bagian produksi

### **Define**

Fase *define* merupakan langkah pertama dalam *six sigma* yang berkaitan dengan tujuan, batasan dan identifikasi masalah yang akan diselesaikan (Zare Mehrjerdi, 2011). Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengidentifikasi permasalahan secara jelas dan dampak

permasalahan terhadap kepuasan pelanggan.

### **Measure**

*Measure* merupakan pengukuran kinerja pada proses yang sedang berlangsung berdasarkan data-data yang ada. Tujuan tahapan ini adalah untuk mencari kemungkinan perbaikan kinerja yang bisa dilakukan. Dalam langkah ini hal hal yang harus dilakukan adalah memilih satu atau lebih *Critical To Quality* (CTQ), dan menetapkan rencana pengumpulan data dan melakukan validasi sistem pengukuran yang digunakan

### **Analyze**

Tahapan *analyze* merupakan tahapan mencari penyebab-penyebab masalah yang menyebabkan *defect* atau masalah yang terjadi. Tools yang digunakan dalam tahapan ini adalah diagram pareto dan diagram sebab akibat.

### **Improve**

Tahap *improve* terdiri merupakan proses rekomendasi tindakan perbaikan berdasarkan permasalahan yang terjadi. Tindakan perbaikan merupakan aspek penting dalam program peningkatan kualitas yang berhubungan dengan pencapaian target yang telah ditetapkan (Wulandari, Lubis, & Yanuar, 2018). Alat analisis yang digunakan adalah tahapan ini adalah 5W + 1H.

### **Control**

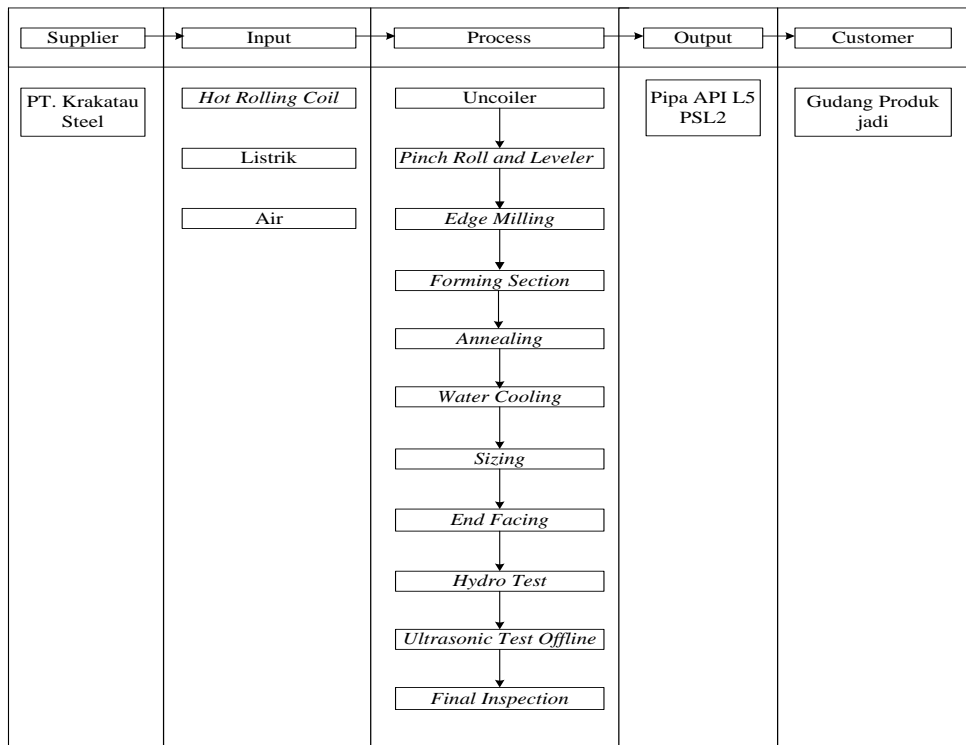
Tahapan *control* merupakan tahap pengukuran kinerja perbaikan yang telah dilakukan (Supriyadi, Ramayanti, & Aditia, 2017). Diagram kontrol dipakai untuk memonitoring kinerja dan melakukan kontrol apabila ada kondisi yang berada di luar kendali (Hendradi, 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data menggunakan metode DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*) pada pendekatan *Six Sigma*. Metode DMAI digunakan sebagai langkah untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di perusahaan. Dengan menggunakan pendekatan *six sigma* diharapkan mampu memberikan perbaikan pada kecepatan waktu proses dan kualitas pada produk yang dihasilkan oleh perusahaan bisa mencapai keadaan ideal.

### **Define**

Pada tahap Ini dilakukan identifikasi proses produksi pipa dengan menggunakan diagram SIPOC untuk mengetahui aliran informasi proses pembuatan pipa (Gambar 1).



Gambar 4.3 Diagram SIPOC proses produksi pipa API 5L PSL2

Langkah selanjutnya adalah menentukan *Critical To Quality (CTQ)* data *Defect* pipa API 5L PSL 2 dengan identifikasi *defect* produk adalah *open welding, scarfing, contact marking, high-low, dan under dimension* (tabel 1).

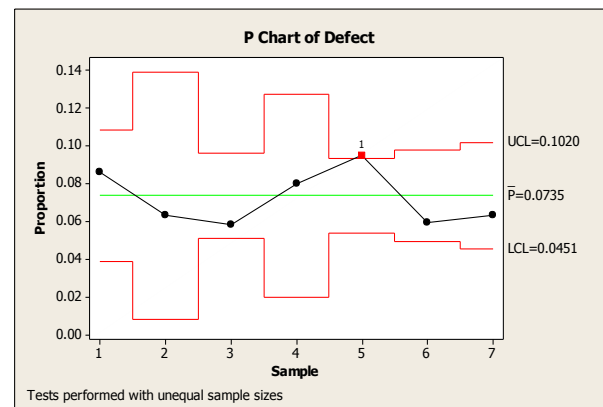
Tabel 1. Jenis defect pipa API 5L PSL2

Jenis Cacat	Keterangan
<i>Open Welding</i>	Kegagalan kedua sisi menyatu dengan sempurna
<i>Scarfing</i>	Penyerutan yang terlalu dalam yang bisa membuat <i>crack</i>
<i>Contact marking</i>	Adanya goresan pada pipa
<i>High- Low</i>	Kedua sisi kiri dan kanan pipa tidak presisi
<i>Under Dimension</i>	Dimensi yang tidak sesuai dengan permintaan

**Measure**

Pada tahap ini dilakukan perhitungan stabilitas pada proses produksi pipa pengukuran level sigma dan kapabilitas proses. Langkah pengukuran stabilitas proses ini berfungsi untuk mengetahui variasi pada proses pembuatan pipa yang dapat dilihat dari peta kendali. Pada grafik peta (Gambar 2) menunjukkan nilai proporsi cacat masih diatas nilai LCL dan dibawah nilai

UCL yang membuktikan proses yang ada masih terkendali.



Gambar 2. Grafik Peta Kendali

Langkah selanjutnya adalah menentukan level sigma sesuai dengan data yang ada. Penentuan nilai ini berfungsi untuk meningkatkan level sigma setelah perbaikan yang dilakukan. Dari hasil perhitungan tingkat sigma yang diperoleh untuk produksi pipa API 5L PSL2 periode 2017 adalah 3.65 sigma, namun meskipun demikian masih perlu adanya perbaikan proses untuk meningkatkan nilai sigma perusahaan dengan mengukur kapabilitas proses pada produksi pipa API 5L PSL2 (tabel 2).

Tabel 2. Data Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

No	No. Wo	Total Porduksi	Defect	CTQ	DPO	DPMO	Level Sigma
1	1-293	499	43	5	0.0172	17234.5	3.62
2	1-312	143	9	5	0.0126	12587.4	3.73
3	1-326	1216	71	5	0.0117	11677.6	3.71
4	1-329	212	17	5	0.0160	16037.7	3.61
5	1-331	1586	151	5	0.0190	19041.6	3.5
6	1-344	1024	61	5	0.0119	11914.1	3.7
7	1-345	759	48	5	0.0126	12648.2	3.71
JUMLAH		5439	400	5	0.0144	14448.7	3.65

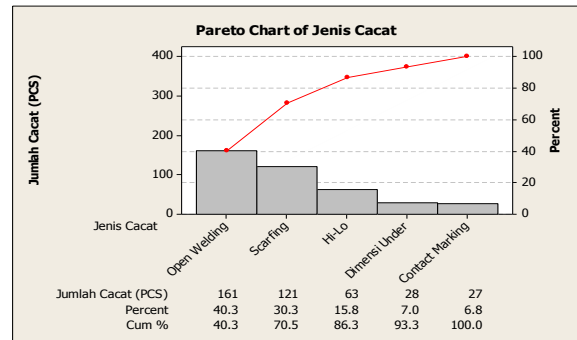
Pada proses pengukuran kapabilitas terdapat dua jenis perhitungan data yaitu perhitungan kapabilitas sigma berdasarkan output kecacatan proses yang dihasilkan (CP) serta indeks kapabilitas proses yang digunakan untuk mengukur kemampuan proses dengan berdasarkan level sigma (cpk)

$$Cp = \frac{\text{Nilai Sigma}}{3} = \frac{3.65}{3} = 1.2167$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai Cp sebesar 1.2167, angka yang diperoleh kurang dari 1.5 dapat diartikan bahwa akurasi dan spesifikasi proses masih rendah dari yang diharapkan.

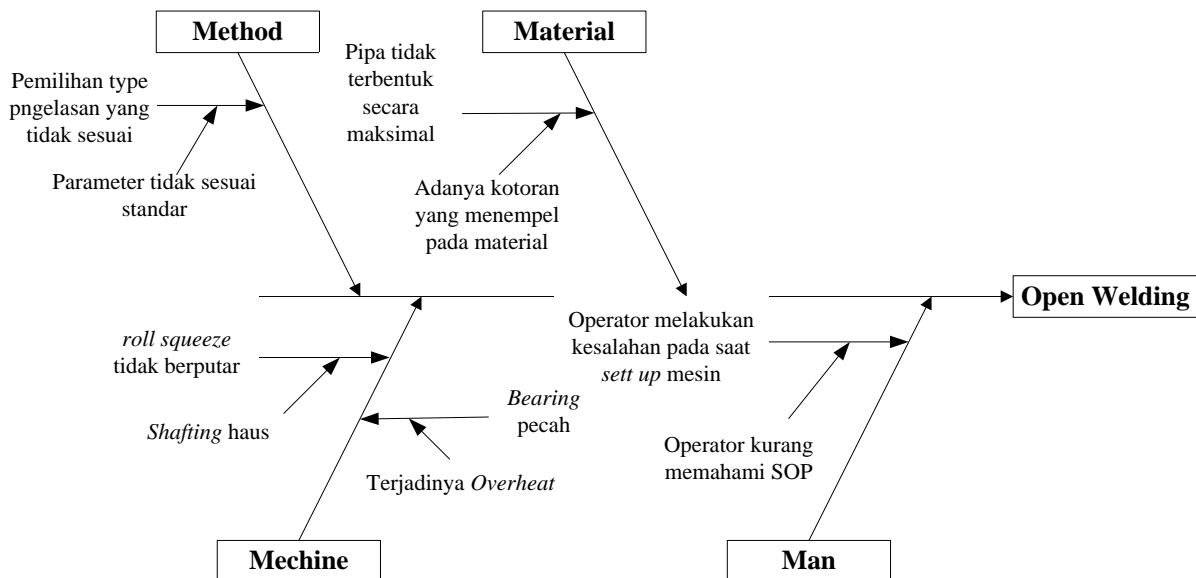
**Analyze**

Pada tahap ini mengidentifikasi CTQ Dominan dengan menggunakan alat bantu diagram pareto kemudian diidentifikasi menggunakan diagram sebab akibat.

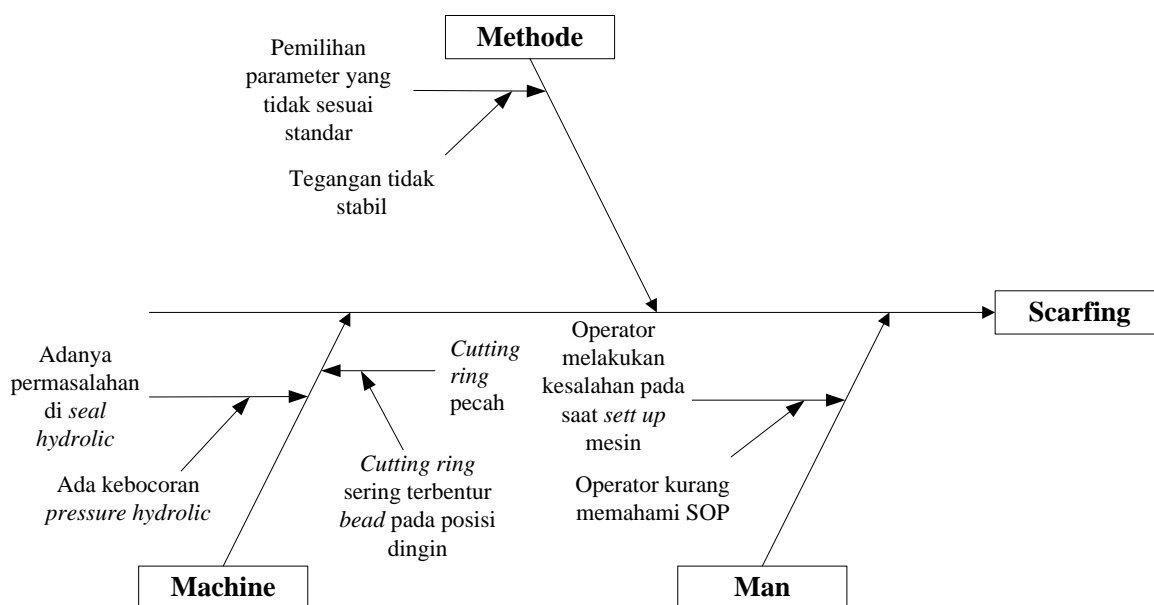


Gambar 3. Diagram Pareto Kecacatan Pipa API 5L

Dari diagram pareto (gambar 3), penyebab kecacatan ada 5 yaitu *Open welding*, *Hi-Lo*, *Contact Marking*, *Scarfing*, dan *Diameter Under*. 2 Penyebab paling besar tingkat kecacatannya yaitu *Open Welding* dengan persentase dari total kecacatan adalah 40.25%, *Scarfing* dengan presentasi total kecacatan adalah 30.25% .



Gambar 4. Diagram sebab akibat kecacatan Open Welding



Gambar 5. Diagram sebab akibat kecacatan Scarfing

Setelah dilakukan analisis menggunakan diagram pareto kemudian dianalisis dengan menggunakan diagram sebab akibat untuk membantu mengidentifikasi penyebab suatu masalah terjadinya cacat *open welding* (Gambar 4) dan *scarfing* (Gambar 5).

Berdasarkan analisis dapat disimpulkan penyebab dari cacat *open welding* dari faktor manusia karena operator tidak memahami standar operasional kerja yang menyebabkan kinerja operator kurang maksimal. Dari faktor material karena teridentifikasi adanya kotoran yang menyebabkan pipa tidak dapat terbentuk secara sempurna pada saat proses pengelasan. Dari faktor metode yaitu pemilihan parameter yang tidak sesuai dan dari faktor mesin yaitu komponen *bearing* terjadi *overheat* yang membuat waktu *lifetime bearing* menjadi lebih cepat dan *squeeze rool* yang tidak berputar yang mengakibatkan fungsi *squeeze roll* tidak bekerja dengan baik dalam mengatur kesimetrisan pipa.

Penyebab cacat *scarfing* dari faktor manusia adalah operator kurang memahami standar operasional prosedur yang ada di perusahaan sehingga terjadinya kesalahan pada saat set up mesin sedangkan dari faktor metode pemilihan parameter yang tidak sesuai standar menyebabkan tegangan tidak stabil pada saat proses penyerutan sehingga *bead* yang terserut terlalu besar/kecil, dari faktor mesin *cutting ring* sering terbentur *bead* yang sudah dingin yang membuat *cutting ring* pecah dan kebocoran seal *hydrolic* yang membuat kinerja *hydrolic* tidak

konsisten.

Setelah data disajikan dalam diagram sebab akibat kemudian dilakukan penentuan penyebab kritis dari cacat *open welding* dan cacat *scarfing* yang akan ditinjau dari aspek manusia, material, metode dan mesin dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* (Tabel 3 dan Tabel 4).

Dari tabel FMEA (Tabel 3) dapat disimpulkan bahwa mode kegagalan terbesar pada cacat *open welding* yaitu pada bagian mesin dan komponen *bearing* yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 391. Berdasarkan nilai RPN diatas perbaikan akan difokuskan pada komponen *bearing* dan *roll squeeze* tidak berputar dengan nilai RPN 294. Fokus perbaikan dalam cacat *scarfing* adalah pada bagian mesin yaitu *cutting ring* dan kebocoran *hydrolic* yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 180.

#### Improve

Dari masing masing penyebab didapat nilai RPN tertinggi penyebab paling kritis untuk perbaikan mengurangi *defect* produk pipa, untuk kecacatan *open welding* yaitu *bearing* pecah dengan nilai RPN terhitung 392 dan *roll squeeze* tidak berputar dengan nilai RPN 294. Sedangkan cacat *scarfing* yaitu *cutting ring* yang pecah dan permasalahan kebocoran *hydrolic* dengan nilai RPN terhitung 180. Usulan perbaikan untuk meminimasi *defect* dirancang dari nilai RPN terbesar dengan merancang 5W+1H (tabel 5).

Tabel 3. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Cacat Open Welding*

Mode Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Pengecekan Saat Ini	S	O	D	RPN	Rekomendasi Tindakan
<i>Man</i>	Kurangnya sosialisasi tentang standar prosedur kerja	Operator melakukan kesalahan pada saat <i>set up</i> mesin	Memberikan parameter pegangan yang sudah pernah dilakukan untuk produksi sebelumnya	5	6	4	120	- Memberikan pelatihan kerja bagi operator sebelum dilakukan produksi untuk settingan yang tepat dan sesuai dengan SOP
<i>Material</i>	Ada kotoran yang menempel pada material	Pipa tidak terbentuk secara maksimal	Pengawasan pada sisi material yang akan dilakukan pengelasan agar tetap bersih	5	6	6	180	- Memberikan alat bantu ( <i>wire brush</i> ) pada bagian material yang akan dilakukan pengelasan sehingga lebih terjamin kebersihannya
<i>Method</i>	Pemilihan <i>type</i> pengelasan yang sesuai	Parameter tidak sesuai standar	Memberikan parameter pegangan yang sudah pernah dilakukan untuk produksi sebelumnya	7	6	4	168	- Membuat list parameter sesuai dengan dimensi & spesifikasi pipa yang akan diproduksi
<i>Machine</i>	- <i>roll squeeze</i> tidak berputar	- <i>Shafting</i> haus	Melakukan penggantian <i>bearing</i> sesuai <i>lifetime bearing</i>	6	7	7	294	- Melakukan <i>preventive bearing (re-greasing)</i> pada <i>lifetime</i> agar stabil
	- <i>Bearing</i> pecah	- Terjadinya <i>overheat</i>		7	7	8	391	setiap waktu jeda proses produksi

Tabel 4. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Cacat Scarfing*

Mode Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Pengecekan Saat Ini	S	O	D	RPN	Rekomendasi Tindakan
<i>Man</i>	Kurangnya sosialisasi tentang standar prosedur kerja	Operator melakukan kesalahan pada saat <i>set up</i> mesin	Memberikan parameter pegangan yang sudah pernah dilakukan untuk produksi sebelumnya	5	6	4	120	- Memberikan pelatihan kerja bagi operator sebelum dilakukan produksi untuk settingan yang tepat dan sesuai dengan SOP
<i>Method</i>	Tegangan tidak stabil	Pemilihan parameter yang tidak sesuai standar	Memberikan parameter pegangan yang sudah pernah dilakukan	7	6	4	168	- Membuat list parameter sesuai dengan dimensi & spesifikasi pipa yang akan diproduksi
<i>Machine</i>	- Kebocoran <i>hydraulic</i>	- Adanya permasalahan di <i>seal hydraulic</i>	mengontrol <i>pressure hydraulic</i> melalui <i>pressure gauge</i>	5	6	6	180	- Melakukan <i>preventive maintenance</i> dan penggantian <i>seal</i> dan komponen <i>hydraulic</i> secara berkala - Mencari alat pengawas (kamera) yang tahan terhadap panas untuk memantau arah serutan pada bagian dalam pipa serta bisa mendeteksi jika ada kebocoran pada sistem <i>hydraulic</i>
	- <i>Cutting ring</i> sering terbentur <i>bead</i> yang sudah dingin	- <i>Cutting ring</i> pecah	Pergantian <i>cutting ring</i> sesuai dengan <i>life time</i>	6	5	6	180	- Melakukan <i>preventive maintenance</i> & menambah semburan pendingin pada <i>cutting tool</i> agar lebih banyak sehingga <i>lifetime</i> lebih stabil

Tabel 5. Tabel Usulan perbaikan dengan menggunakan 5W1H

Jenis Cacat	Penyebab Potensial	What Ide	Who Siapa	Why Ukuran Keberhasilan	Where Lokasi Perbaikan	When Waktu	Hwo Cara Penerapan
Open Welding	Bearing pecah	Melakukan pengecekan dan penggantian bearing sebelum waktu <i>lifetime</i>		Agar kerja bearing bisa maksimal dan meminimasi defect pada produk		Sebelum waktu <i>life time bearing</i>	Penggantian Bearing NUTR65150 H
	roll squeeze tidak berputar	Preventive maintenance	Petugas maintenance	Agar proses pembentukan pipa bisa maksimal dan meminimasi defect pada produk	Mesin forming		Memeriksa kondisi mesin forming serta pengecekan komponen
	Adanya permasalahan di seal hydrolic	Preventive maintenance		Agar proses scarfing bisa bekerja secara maksimal		Setiap satu minggu	
Scarfing	Cutting ring pecah	Melakukan preventive maintenance & menambah semburan pendingin pada cutting tool		Agar proses scarfing bisa bekerja secara maksimal dan life time cutting ring lebih stabil			

**KESIMPULAN**

Berdasarkan dari hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa nilai level sigma yang didapat adalah 3.65 dengan tingkat kecacatan sebesar 7% yang masih di atas toleransi cacat yang ditetapkan perusahaan 4%. Jenis kecacatan yang teridentifikasi pada proses seperti cacat *open welding, high low, contact marking, scarfing*, dan *under dimension*. Usulan perbaikan dilakukan dengan perancangan rekomendasi perbaikan menggunakan 5W+1H dengan melakukan pemeriksaan kondisi mesin forming serta pergantian komponen bearing sebelum waktu life bearing, melakukan perawatan mesin setiap satu minggu dan menambah semburan pendingin pada *cutting tool*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Hendradi, T. C. (2012). *Statistik six sigma dengan Minitab, Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.  
 Kusumawati, A., & Fitriyeni, L. (2017). Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan

Gula Dengan Pendekatan Six Sigma. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 1(1), 43–48. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v1i1.173>  
 Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26(5–6), 708–715. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003>  
 Nelfiyanti, N., Rani, A. M., & Fauzi, A. (2018). Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Kualitas Produk Kiwi Paste Berdasarkan Keluhan Pelanggan. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 2(1), 41–50. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v2i1.609>  
 Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: Definition and underlying theory. *Journal of Operations Management*, 26(4), 536–554. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.06.007>  
 Supriyadi, S., Ramayanti, G., & Aditia, Y. (2017). Analisa Kualitas Precious Slag Ball dengan Pendekatan Six Sigma. In *Proceedings Seminar Ilmiah Nasional* (pp. 45–58).



Universitas Pamulang.

- Supriyadi, S., Ramayanti, G., & Roberto, A. C. (2017). Analisis Kualitas Produk dengan Pendekatan Six Sigma. In *Prosiding SNTI dan SATELIT (2017)* (pp. D7–D13). Malang: Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
- Wulandari, E. P., Lubis, M. Y., & Yanuar, A. A. (2018). Usulan Perbaikan Untuk Meminimasi Defect Short Mold Pada Proses Peleburan Produk Grip Panjang Di Cv. Gradient Dengan Menggunakan Pendekatan Six Sigma. *EProceedings of Engineering*, 5(2), 481–488.
- Zare Mehrjerdi, Y. (2011). Six-Sigma: methodology, tools and its future. *Assembly Automation*, 31(1), 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.01.003>