

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *BUCKET* TIPE ZX 200 GP DENGAN METODE *STATISTICAL PROCESS CONTROL* DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (STUDI KASUS: PT. CDE)

Wilson Kosasih, Adianto dan Erickson

Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara

e-mail: wilsonk@ft.untar.ac.id, ericsson_803@yahoo.com

Abstrak

PT. CDE merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur alat berat. Salah satu produk yang dihasilkan oleh PT. CDE adalah bucket tipe ZX 200 GP. Berdasarkan data produksi yang diperoleh dari bulan Mei 2013 hingga September 2013, jenis kegagalan produk yang paling banyak ditemui adalah jenis cacat undercut. Dalam penelitian ini, pengendalian kualitas dilakukan dan dianalisis dengan menggunakan metode Statistical Process Control dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Jenis FMEA yang digunakan adalah FMEA proses. Hasil analisis mengidentifikasi beberapa akar permasalahan utama yang menjadi penyebab munculnya kegagalan pada jenis cacat undercut yaitu: penyetulan mesin yang kurang tepat, kotornya ujung mata las, penggunaan mesin secara terus menerus, pemakaian kawat terlalu sedikit, kurang pemeriksaan kualitas, kemiringan elektroda yang kurang tepat, kecepatan pengelasan terlalu tinggi, kurang pengawasan kerja, dan pekerja yang kurang terampil. Maka daripada itu, dalam makalah ini diusulkan beberapa tindakan perbaikan kepada pihak manajemen untuk mengurangi kecacatan undercut yang terjadi, antara lain: mempekerjakan welder yang telah bersertifikasi, mengurangi kecepatan pengelasan sesuai dengan ketebalan material, melakukan pengarahan mengenai kemiringan elektroda yang sesuai dengan posisi pengelasan, mengatur besar arus dan tegangan pengelasan sesuai dengan tebal bahan dan diameter kawat elektroda, melakukan pemeriksaan kualitas secara rutin dan segera melakukan tindakan perbaikan bila terjadi kegagalan saat produksi.

Kata kunci: Pengendalian Kualitas, Statistical Process Control, Failure Mode and Effect Analysis

Abstract

PT. CDE is a company engaged in the manufacturing of heavy equipment. One of the products is produced by PT. CDE is a bucket with type ZX 200 GP. Based on production data were acquired from May 2013 to September 2013, the most frequently defect is undercut. In this study, the quality control was done and analyzed using Statistical Process Control and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA type used is FMEA process. There are some root of causes on the defect of undercut namely: Improper machine setup, dirty tip of the welding tool, high machine utilization, the use of wire too few, lacking the quality inspection, the slope of the electrode is less precise, welding speed is too high, lack of supervision of work, and less skilled workers. Hence, this paper proposed some corrective actions to management to reduce defect of undercut that occurs, among other things: employ a welder who has been certified, reduce the welding speed according to the thickness of the material, conduct training/briefing on the slope of the electrode according to the welding position, adjust the current and voltage welding according to the thickness of material and diameter of the wire electrode, perform quality checks regularly and promptly take action or improvement if a failure occurs during the production process

Keywords: Quality Control, Statistical Process Control, Failure Mode and Effect Analysis

PENDAHULUAN

PT. CDE merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur alat berat. Salah satu produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut adalah *bucket* tipe ZX 200 GP. Untuk menjamin mutu produkyang dihasilkan, perusahaan memiliki acuan khusus yaitu berdasarkan standar *American Welding*

Society (AWS). Salah satu kendala yang masih dihadapi perusahaan adalah kualitas pengelasan yang kurang baik, sehingga menyebabkan timbulnya cacat pada hasil produk *bucket* tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya cacat pada produk *bucket*, mengidentifikasi

jenis cacat potensial yang terjadi pada *bucket*, dan mengidentifikasi efek yang timbul akibat dari cacat produk. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam meningkatkan kualitas produknya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengendalian mutu statistik berkaitan dengan upaya menjamin kualitas dengan memperbaiki kualitas proses dan upaya menyelesaikan segala permasalahan selama proses [1,2]. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *statistical process control chart* untuk data atribut yaitu peta kendali-p. Penentuan batas kendali dalam peta kendali-p adalah sebagai berikut [1,2]:

$$CLp = \frac{\sum_i^n \text{produk cacat}}{\sum_i^n \text{jumlah sampel}} \quad (1)$$

$$UCL = CLp + 3 \sqrt{\frac{CLp(1-CLp)}{n}} \quad (2)$$

$$LCL = CLp - 3 \sqrt{\frac{CLp(1-CLp)}{n}} \quad (3)$$

dimana,

CLp : (*Center Line p*) = rata-rata bagian cacat keseluruhan

UCL : (*Upper Control Limit*) = batas kendali atas

LCL : (*Lower Control Limit*) = batas kendali bawah

n : banyaknya pengamatan atau jumlah subgrup

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Process Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dimana merupakan salah satu teknik sistematis untuk menganalisis kegagalan proses yang sering ataupun berpotensi terjadi. FMEA proses mengidentifikasi beberapa kesalahan potensial yang terjadi selama proses produksi yang dapat disebabkan oleh mesin, manusia, material, metode, maupun lingkungan kerja. Beberapa langkah dalam melakukan FMEA proses antara lain [4]:

a. Menentukan label pada masing-masing proses atau sistem

b. Membuat penjelasan mengenai fungsi proses

c. Mengidentifikasi jenis cacat yang terjadi

d. Mengidentifikasi akibat dari cacat yang terjadi

e. Menentukan nilai *severity*

Nilai tingkat keparahan terdiri dari *rating* 1-10, semakin parah akibat yang ditimbulkan, maka semakin tinggi nilai *rating* yang diberikan.

f. Mengidentifikasi penyebab cacat

g. Menentukan nilai *occurrence*

Nilai tingkat kemungkinan diberikan untuk setiap penyebab cacat dan juga memiliki nilai *rating* dari 1-10. Semakin sering terjadi cacat, maka semakin tinggi nilai *rating* yang diberikan.

h. Mengidentifikasi kontrol yang dilakukan

i. Menentukan nilai *detection*

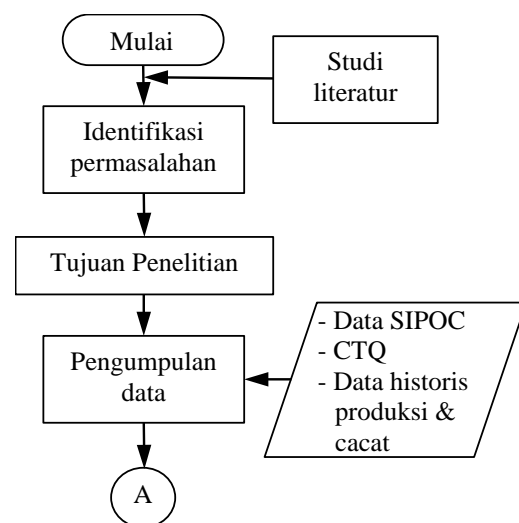
Nilai *detection* terdiri dari *rating* 1-10. Semakin sulit penyebab cacat dideteksi, maka semakin tinggi nilai *rating* yang diberikan.

j. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) yang dinyatakan dengan persamaan:

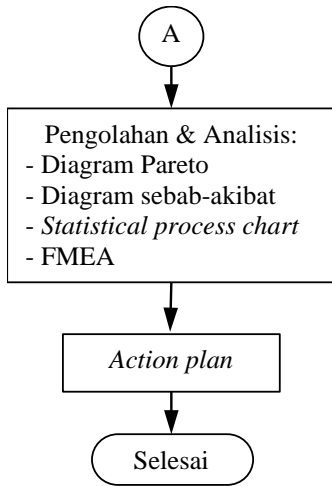
$$RPN = \text{severity} \times \text{occurrence} \times \text{detection} \quad (4)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan langkah awal yang harus ditetapkan dalam penelitian untuk membantu menyelesaikan pemecahan masalah yang ada. Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian



Lanjutan Gambar 1. Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara langsung kepada

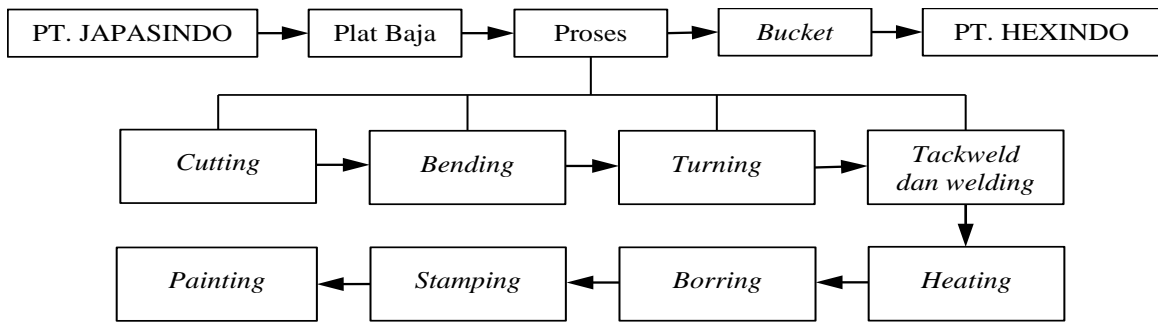
pihak-pihak terkait maupun melakukan studi lapangan. Data yang dikumpulkan berupa data historis perusahaan meliputi data SIPOC, identifikasi *Critical to Quality* (CTQ), data produksi *bucket*, dan data cacat produksi.

Diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC)

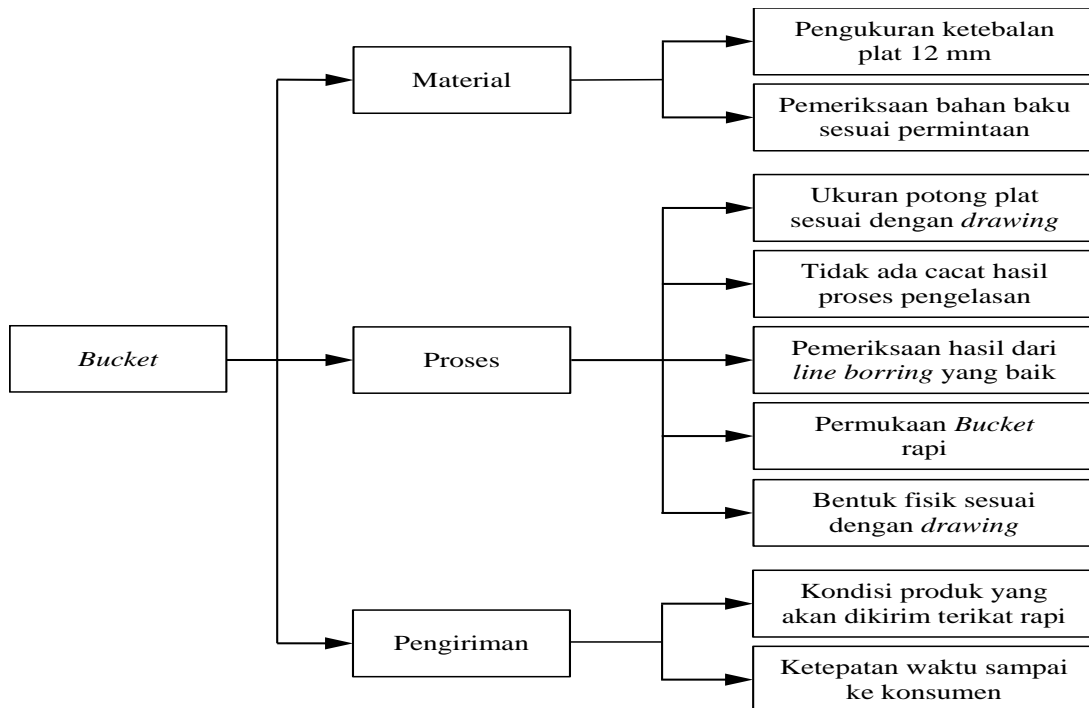
Diagram SIPOC menyajikan tampilan sekilas dari aliran kerja yang sesuai prosedur perusahaan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

***Critical To Quality* (CTQ)**

Critical To Quality (CTQ) untuk produk *bucket* dilihat dari segi material, proses, dan pengiriman. *Critical To Quality* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram SIPOC



Gambar 3. *Critical To Quality* pada *Bucket*

Data Proses Produksi Bucket Tipe ZX 200 GP

Dalam proses produksi Bucket Tipe ZX 200 GP tidak lepas dari *defect* atau cacat. Berikut ini adalah data jumlah produksi dan jumlah cacat yang terjadi di PT. CDE dari bulan Mei 2013 sampai dengan September 2013, seperti terlihat pada Tabel 1.

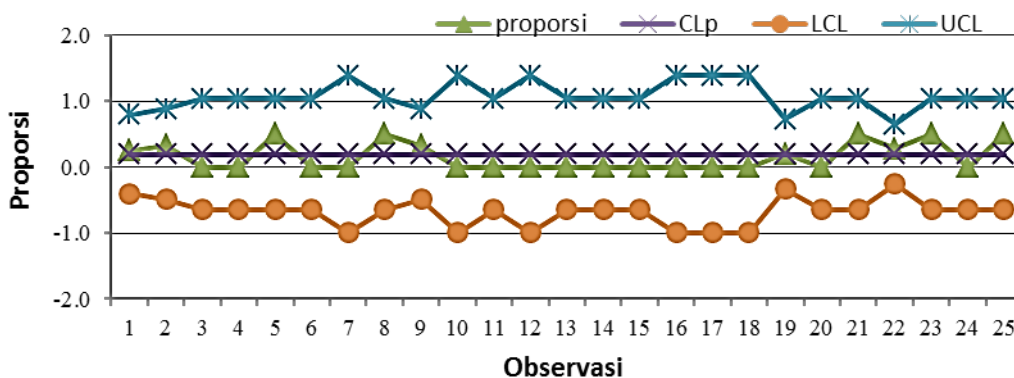
Peta Kendali P

Peta kendali digunakan untuk menentukan proses produksi tersebut apakah berada dalam

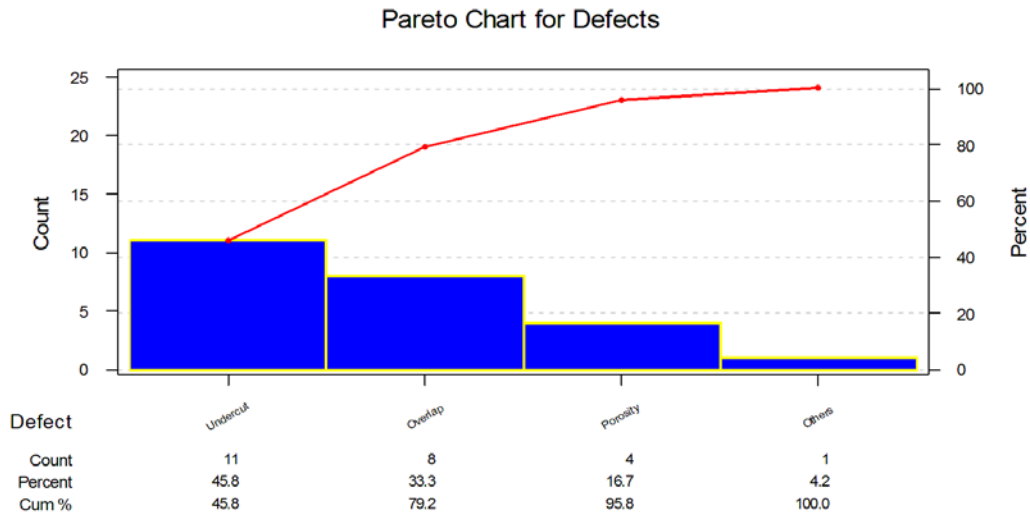
batas kendali atau di luar batas kendali. Gambar 4 merupakan peta kendali-p untuk hasil perhitungan dari bulan Mei 2013 sampai dengan September 2013. Dari peta kendali tersebut terlihat bahwa proses produksi *bucket* dari bulan Mei 2013 hingga September 2013 seluruhnya berada di dalam batas kendali, baik batas kendali bawah (*low control limit – LCL*) dan batas kendali atas (*upper control limit – UCL*).

Tabel 1. Data Cacat Produk pada Bulan Mei 2013-September 2013

No	Tanggal	Produksi (Unit)	Jenis Cacat pada <i>Top Box Joint to Hook Up</i>				Total Cacat
			<i>Overlap</i>	<i>Undercut</i>	<i>Weaviness</i>	<i>Porosity</i>	
1	10-Mei-13	4	2	1	0	0	3
2	11-Mei-13	3	1	1	0	0	2
3	30-Mei-13	2	0	0	1	0	1
4	11-Jun-13	2	0	0	0	1	1
5	12-Jun-13	2	0	1	0	0	1
6	14-Jun-13	2	0	0	0	1	1
7	15-Jun-13	1	0	0	0	0	0
8	18-Jun-13	2	0	1	0	0	1
9	19-Jun-13	3	1	1	0	0	2
10	28-Jun-13	1	0	0	0	0	0
11	20-Jul-13	2	0	0	0	0	0
12	22-Jul-13	1	0	0	0	0	0
13	26-Jul-13	2	1	0	0	0	1
14	2-Aug-13	2	0	0	0	1	1
15	3-Aug-13	2	0	0	0	1	1
16	4-Aug-13	1	0	0	0	0	0
17	8-Aug-13	1	0	0	0	0	0
18	15-Aug-13	1	0	0	0	0	0
19	26-Aug-13	5	1	1	0	0	2
20	29-Aug-13	2	1	0	0	0	1
21	30-Aug-13	2	0	1	0	0	1
22	6-Sep-13	7	1	2	0	0	3
23	15-Sep-13	2	0	1	0	0	1
24	16-Sep-13	2	0	0	0	0	0
25	20-Sep-13	2	0	1	0	0	1



Gambar 4. Peta Kendali P



Gambar 5. Diagram Pareto Data Cacat

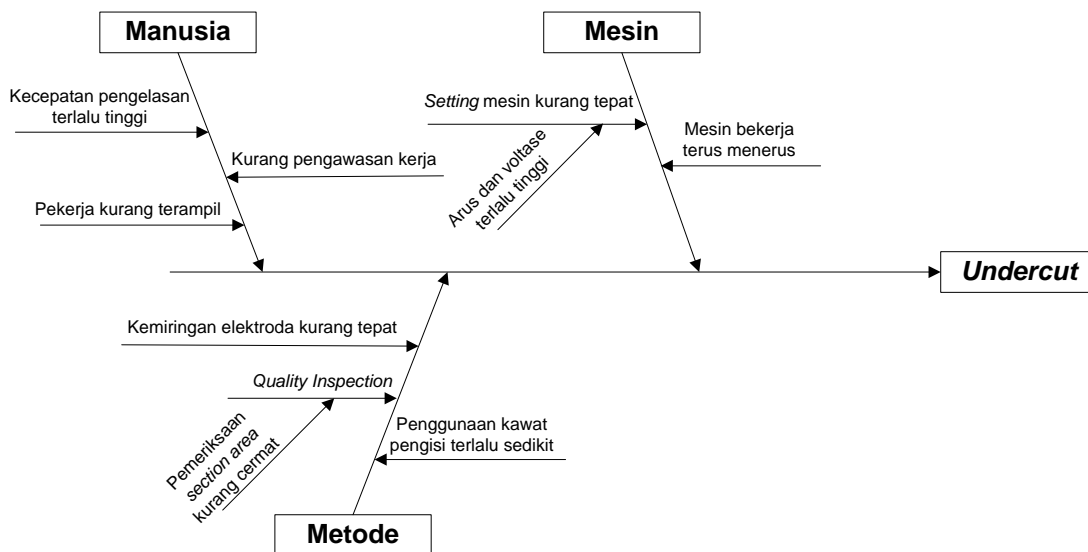
Diagram Pareto

Diagram pareto dibuat untuk menunjukkan jenis cacat produk dimulai dari yang terbesar sampai dengan jenis cacat yang terkecil serta jumlah cacat dan persentase kumulatif cacat produk. Diagram pareto dengan data cacat dari bulan Mei 2013 hingga September 2013 dapat dilihat pada Gambar 5.

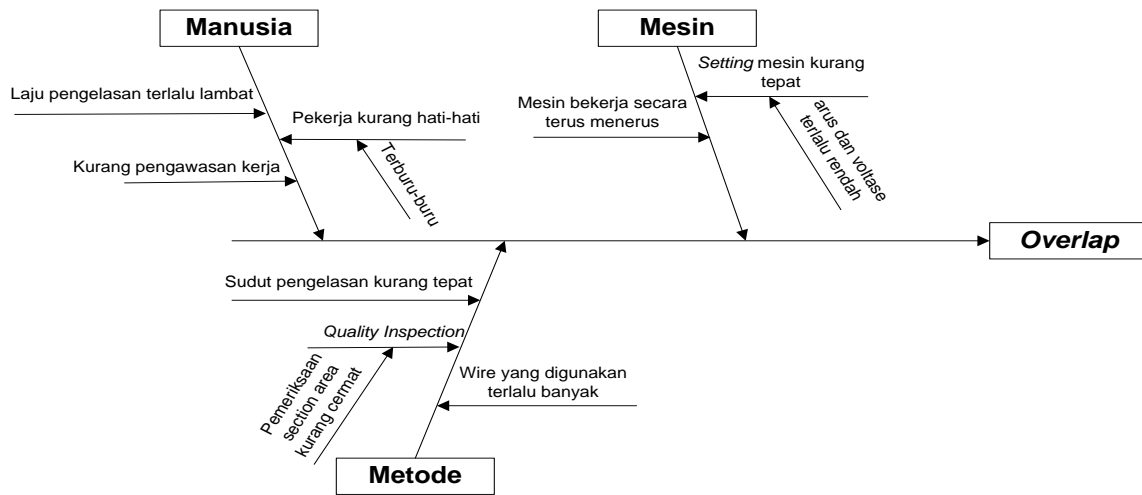
Berdasarkan diagram pada Gambar 5 di atas, dapat diketahui bahwa kegagalan yang paling banyak pada produksi *bucket* adalah jenis cacat *undercut* yang disebabkan oleh pengelasan.

Diagram Sebab Akibat

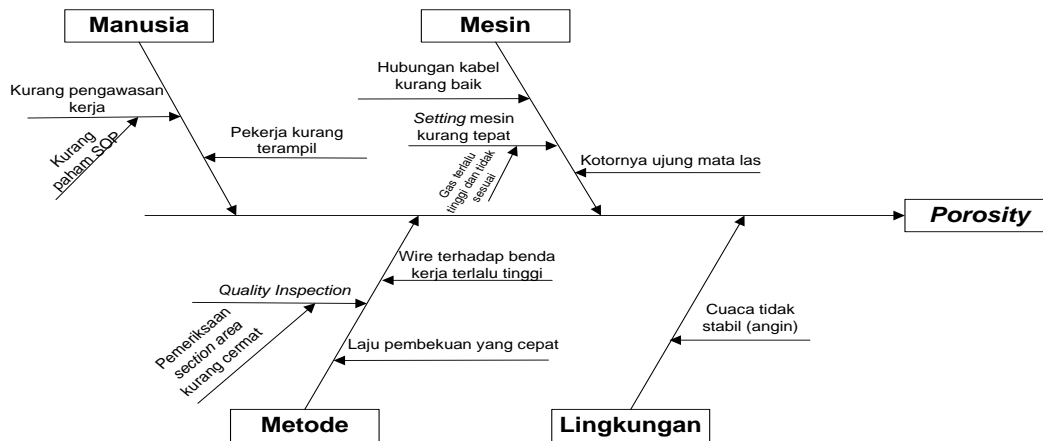
Diagram sebab-akibat dibuat untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat *undercut* pada proses produksi *Bucket* tipe ZX 200 GP. Analisis penyebab cacat mempertimbangkan beberapa faktor, yakni: bahan (*material*), manusia (*human*), mesin (*machine*), metode (*method*), dan lingkungan (*environment*). Gambar 6 hingga Gambar 9 memperlihatkan diagram sebab-akibat dari keempat jenis cacat.



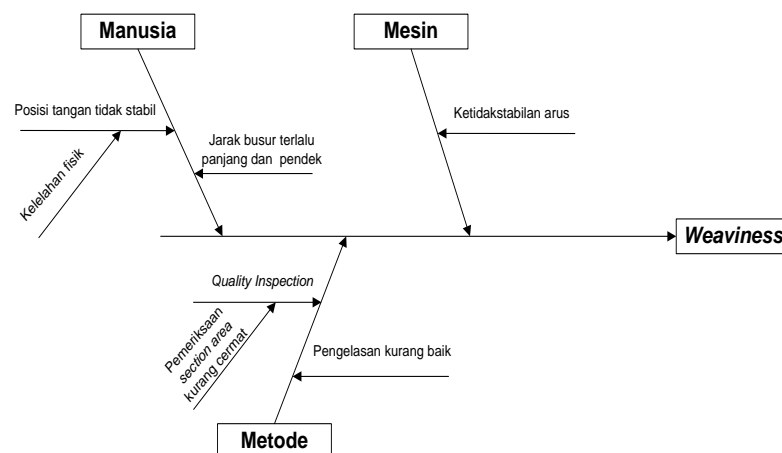
Gambar 6. Diagram Sebab Akibat Cacat *Undercut*



Gambar 7. Diagram Sebab Akibat Cacat *Overlap*



Gambar 8. Diagram Sebab Akibat Cacat *Porosity*



Gambar 9. Diagram Sebab Akibat Cacat *Weaviness*

Prioritas Penanganan Permasalahan

Penetapan nilai dari *severity*, *occurrence*, dan *detectability* dilakukan berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan yang terkait di bagian produksi. Tabel detail FMEA

untuk semua jenis kegagalan pada *Bucket* tipe ZX 200 GP dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil pemberian nilai *severity*, *occurrence*, dan *detectability*, maka didapatkan urutan 5 *ranking* tertinggi yang

diambil dari nilai *Risk Priority Number* (RPN). Urutan prioritas penanganan permasalahan pada *bucket* tipe ZX 200 GP yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. FMEA Proses Pengelasan

No	Fungsi proses	Jenis Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Kontrol yang dilakukan	D	Recommended Action	RPN
1	Pengelasan	<i>Undercut</i>	7	Setting mesin yang kurang tepat	6	Pemeriksaan mesin las	6	Setting ulang arus dan tegangan	252
				Kotornya ujung mata las	3	Pengendalian mata las	4	Pembersihan mata las secara berkala	84
				Penggunaan mesin terus menerus	3	Penggunaan mesin seperlunya	3	Mengendalikan waktu mesin yang beroperasi	63
				Penggunaan kawat terlalu sedikit	5	Pengaturan umlah kawat	2	Memberikan prosedur pengelasan yang jelas	70
				Kurang <i>quality inspection</i>	5	Penggunaan alat ukur	5	Meningkatkan <i>quality inspection</i>	175
				Kemiringan elektroda kurang tepat	7	Pengaturan kemiringan elektroda	6	Kemiringan kawat las 10 ⁰	294
				Kecepatan pengelasan terlalu tinggi	8	Pengaturan kecepatanlas	6	Mengurangi kecepatan pengelasan	336
				Kurang pengawasan kerja	6	Pengarahan kerja oleh <i>supervisor</i>	2	Melakukan pengawasan secara intensif	84
				Pekerja kurang terampil	8	Persiapan sebelum bekerja	7	Pemberian latihan khusus kepada pekerja	392
				2	Pengelasan	<i>Overlap</i>	5	Penggunaan <i>wire</i> terlalu banyak	6
Pekerja kurang berhati-hati	6	Pengarahan kerja oleh <i>supervisor</i>	2					Memberikan pengarahan instruksi yang jelas	60
Setting mesin kurang tepat	6	Pemeriksaan mesin las	5					Setting ulang arus dan tegangan	150
Penggunaan mesin terus menerus	2	Penggunaan mesin seperlunya	1					Mengendalikan waktu mesin yang beroperasi	10
Sudut pengelasan kurang tepat	8	Pengaturan sudut pengelasan	5					Sudut pengelasan sekitar 70 ⁰ -80 ⁰	200
Laju pengelasan kurang cepat	7	Pengaturan kecepatan las	7					Laju pengelasan dipercepat	245
Kurang pengawasan kerja	4	Pengarahan kerja oleh <i>supervisor</i>	2					Melakukan pengawasan secara intensif	40
Kurang <i>quality inspection</i>	3	Penggunaan alat ukur	5					Meningkatkan <i>quality inspection</i>	75

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa, nilai RPN didapatkan pada jenis cacat *undercut* yaitu pekerja yang kurang terampil, kecepatan pengelasan terlalu tinggi, kemiringan elektroda kurang tepat, *setting* mesin kurang tepat, dan

kurangnya pemeriksaan kualitas. Akibat yang terjadi dari jenis kegagalan ini adalah keretakan pada sambungan pengelasan. Apabila tingkat keparahan semakin tinggi, maka dapat

Tabel 3. Akar Permasalahan Prioritas Utama

Fungsi Proses	Jenis Kegagalan	Akar Permasalahan	RPN	Ranking
Pengelasan	Undercut	1. Pekerja kurang terampil	392	1
		2. Kecepatan pengelasan terlalu tinggi	336	2
		3. Kemiringan elektroda kurang tepat	294	3
		4. <i>Setting</i> mesin yang kurang tepat	252	4
		5. Kurang <i>quality inspection</i>	175	5

Tabel 4. *Action Plan* untuk Cacat *Undercut*

Jenis Kegagalan	Akar Permasalahan	<i>Action Plan</i>
<i>Undercut</i>	1. Pekerja kurang terampil	Mempekerjakan <i>welder</i> yang telah bersertifikasi
	2. Kecepatan pengelasan terlalu tinggi	Mengurangi kecepatan pengelasan sesuai dengan ketebalan material
	3. Kemiringan elektroda kurang tepat	Melakukan pengarahannya mengenai kemiringan elektroda yang sesuai dengan posisi pengelasan.
	4. <i>Setting</i> mesin yang kurang tepat	Mengatur besar arus dan tegangan pengelasan sesuai dengan tebal bahan dan diameter kawat elektroda.
	5. Kurang <i>quality inspection</i>	Melakukan pemeriksaan kualitas secara rutin dan segera melakukan tindakan perbaikan bila terjadi kegagalan saat produksi.

menyebabkan patahan pada bagian sambungan *top box* ke *hook up*.

Action Plan

Setelah ditentukan jenis kegagalan yang menjadi prioritas penanganan masalah, maka dilakukan pemberian usulan perbaikan untuk menangani permasalahan yang terdapat pada jenis kegagalan ini. Rencana/tindakan perbaikan untuk cacat *undercut* dapat dilihat pada Tabel 4.

Mengenai kekurangan-trampilan dari para pekerja, diberikan usulan tindakan perbaikan untuk mengurangi terjadinya jenis kegagalan cacat *undercut* adalah mempekerjakan pekerja atau *welder* yang telah bersertifikasi. Dalam hal ini yang dimaksud dengan sertifikasi adalah pekerja harus memiliki teknik pengelasan yang baik, mengetahui standar pengelasan, cacat las, dan memiliki pengetahuan keselamatan kerja. Dengan mempekerjakan pekerja yang telah bersertifikasi dengan baik, maka produk yang dihasilkan dapat memiliki kualitas yang baik.

Permasalahan kedua disebabkan oleh kecepatan pengelasan yang terlalu tinggi. Kecepatan pengelasan yang tinggi ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman pekerja mengenai prosedur pengelasan yang tepat [3]. Kecepatan pengelasan yang dilakukan pada *top box joint to hook up* yaitu 310 mm/menit

dengan ketebalan plat 12 mm. Rencana tindakan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi terjadinya jenis kegagalan ini adalah mengurangi kecepatan pengelasan sesuai dengan ketebalan plat. Dengan meningkatnya ketebalan plat, maka kecepatan pengelasan harus diturunkan. Standar kecepatan pengelasan pada *bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Standar Kecepatan Pengelasan pada *Bucket*

Tebal Plat (mm)	Kecepatan Pengelasan (mm/menit)
12	270
25	210

(sumber: diolah dari hasil FDG – *focus discussion group* – dengan pihak manajemen)

Permasalahan Ketiga disebabkan oleh kemiringan elektroda yang kurang tepat. Kemiringan elektroda ini disebabkan oleh kesalahan posisi kerja saat pengelasan. Kemiringan elektroda dalam melakukan pengelasan adalah 5° terhadap garis vertikal. Tindakan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi terjadinya jenis kegagalan ini adalah Melakukan pengarahannya mengenai kemiringan elektroda yang sesuai dengan posisi pengelasan. Posisi pengelasan yang digunakan dalam pengelasan *bucket* yaitu posisi mendatar

atau horizontal, dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengarah horizontal. Sewaktu pengelasan berlangsung, elektroda dibuat miring 10° terhadap garis vertikal dan sekitar 70° - 80° ke arah benda kerja.

Permasalahan keempat disebabkan oleh arus dan tegangan yang digunakan terlalu tinggi. Hal ini dapat menyebabkan hasil pengelasan yang kurang baik pada *bucket*. Arus yang digunakan dalam memproduksi *bucket* yaitu 360 Ampere. Sedangkan, tegangan yang digunakan pada diameter kawat 1,2 mm yaitu 36 Volt. Rencana tindakan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi terjadinya jenis kegagalan ini adalah mengatur besar arus dan tegangan sesuai dengan ketebalan plat dan diameter kawat las. Standar parameter arus dan tegangan pada pengelasan *bucket* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Standar Parameter Arus dan Tegangan pada Pengelasan *Bucket*

Diameter kawat	Arus (A)	Tegangan (V)	Tebal (mm)
0,8	60-150	14-22	0,8-2,0
0,9	150-220	22-25	2,0-10
1,0	220-290	25-29	10-18
1,2	290-350	29-32	18-25

(sumber: diolah dari hasil FDG dengan pihak manajemen)

Rencana tindakan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi faktor penyebab kurangnya pemeriksaan kualitas adalah melakukan pemeriksaan kualitas secara rutin dengan menggunakan alat ukur pemeriksaan yang sesuai dan segera dilakukan tindakan bila terjadi kegagalan produk. Pemeriksaan kualitas secara rutin bertujuan agar tidak terjadi kelolosan pada produk yang mengalami kegagalan produksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan data produksi *bucket* tipe ZX 200 GP pada bulan Mei 2013 hingga September 2013 dapat diketahui bahwa jenis cacat *undercut* pada bagian *top box joint to hook up* merupakan jenis cacat yang paling dominan

mengalami kegagalan produksi. Akar permasalahan yang menjadi penyebab munculnya kegagalan pada jenis cacat *undercut* adalah *setting* mesin yang kurang tepat, kotornya ujung mata las, penggunaan mesin secara terus menerus, pemakaian kawat terlalu sedikit, kurang pemeriksaan kualitas, kemiringan elektroda yang kurang tepat, kecepatan pengelasan terlalu tinggi, kurang pengawasan kerja, dan pekerja yang kurang terampil. Dari hasil analisis menggunakan FMEA proses, didapatkan akar permasalahan dengan tingkat prioritas tertinggi untuk jenis cacat *undercut* yaitu pekerja yang kurang terampil/kompeten (dengan nilai RPN sebesar 392) yang dapat mengakibatkan terjadinya keretakan pada sambungan pengelasan. Terdapat beberapa usulan/tindakan perbaikan yang diberikan kepada pihak manajemen perusahaan, antara lain: mempekerjakan pekerja atau *welder* yang telah bersertifikasi, mengurangi kecepatan pengelasan sesuai dengan ketebalan material, melakukan pengarahan mengenai kemiringan elektroda yang sesuai dengan posisi pengelasan, mengatur besar arus dan tegangan pengelasan sesuai dengan tebal bahan dan diameter kawat elektroda, melakukan pemeriksaan kualitas secara rutin dan segera melakukan tindakan perbaikan bila terjadi kegagalan saat produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ariani, Dorothea Wahyu., 1999, *Manajemen Kualitas*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- [2]. Ishikawa, Kaoru, 1989, *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu*, Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- [3]. Sonawan, Hery dan Rochim Suratman, 2004, *Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*, Cetakan 1, Alfabeta, Bandung.
- [4]. Stamatis, D.H., 1995, *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*, ASQC.