

## Pengendalian Kualitas Pengelasan Pada Konstruksi *Mechanical Piping* Dengan Metode *Seven Tools*

Kurniawan<sup>1\*</sup>, Said Salim Dahda<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl. Sumatera No. 101 GKB Kec. Kebomas Kab. Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia  
Email: [edikurniawan9866@gmail.com](mailto:edikurniawan9866@gmail.com)\*, [said\\_salim@umg.ac.id](mailto:said_salim@umg.ac.id)

### ABSTRAK

Kualitas sering dikaitkan dengan kemampuan suatu produk untuk memenuhi keinginan pelanggan. Pada penelitian ini dilakukan analisis kendali mutu proses pengelasan pipa dengan menggunakan teknik *seventools*. Dalam melakukan pengendalian kualitas, penelitian ini hanya membahas enam *tools* yang sesuai terhadap objek penelitian yaitu *check sheet*, *stratifikasi*, *control chart*, *histogram*, diagram pareto, dan diagram tulang ikan. Hasil pengumpulan data diketahui bahwa terdapat lima jenis cacat produk dalam proses pengelasan yaitu porositas sebanyak 45 kali, *crack* sebanyak 27 kali, *inklusi slag* sebanyak 20 kali, undercut sebanyak 17 kali, dan fusi tidak lengkap sebanyak 15 kali. Dengan menggunakan metode *seven tools* pada proses *welding* diketahui tingkat kecacatan produk yang paling dominan terdapat pada cacat *porosity* dengan persentase 36,50%. Penyebab paling sering terjadi dikarenakan dari beberapa faktor yaitu faktor mesin, metode, material, lingkungan, dan manusia yang mana perihal tersebut menuntut perusahaan untuk melakukan perbaikan dan pengembangan dalam mengurangi produk cacat sehingga dapat meningkatkan kualitas produk.

**Kata Kunci :** *Pengendalian Kualitas, Seven Tools, Produk Cacat.*

### ABSTRACT

*Quality is often associated with the ability of a product to meet customer desires. In this research, an analysis of the quality control of the pipe welding process was carried out using the *seventools* technique. In carrying out quality control, this research only discusses six tools that are in accordance with the object of research, namely check sheets, stratification, control charts, histograms, pareto charts, and fishbone diagrams. The results of the data collection revealed that there were five types of product defects in the welding process, namely porosity 45 times, cracks 27 times, slag inclusions 20 times, undercut 17 times, and imperfect fusion 15 times. By using the seven tools method in the welding process, it is known that the most dominant level of product defects is porosity defects with a percentage of 36.50%. The most frequent causes occur due to several factors, namely machine, method, material, environmental, and human factors which require companies to make improvements and developments in reducing product defects so as to improve product quality.*

**Keywords :** *Quality Control, Seven Tools, Defect Products*

### Pendahuluan

Di Era Globalisasi, pengendalian mutu sangat membantu operasi produksi industri manufaktur [1]. Dengan persaingan yang tinggi dalam bisnis manufaktur, kualitas menjadi ukuran kemampuan suatu perusahaan untuk tetap eksis, berkembang, bahkan tumbuh [1]. Dengan kata lain, menghasilkan produk berkualitas buruk sama saja dengan cepat atau lambat menghancurkan perusahaan. Tentu saja, semakin baik kualitas suatu barang, semakin tinggi kebahagiaan konsumen, yang akan meningkatkan penjualan dan, pada akhirnya, keuntungan bagi perusahaan [2].

Pengendalian kualitas merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas barang yang sedang dikembangkan. Hal ini dilakukan untuk memastikan barang yang dihasilkan tidak melanggar spesifikasi unit yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan dan prosedur mendasar organisasi [3]. Kontrol kualitas adalah kegiatan yang melibatkan pemantauan, penilaian, dan pengawasan suatu proses untuk mencapai hasil yang diinginkan [4]. Pengendalian kualitas penting dilakukan karena menjadi aspek bagi perusahaan untuk memenangkan persaingan bisnis. Perusahaan harus mampu dalam menerapkan pengendalian kualitas agar mendapatkan untung yang lebih besar, karena produk yang berkualitas dan sedikit kerusakan

pastinya dapat memuaskan pelanggan untuk terus menggunakan produk atau jasanya [5]. Bagi perusahaan jasa maupun manufaktur Pengendalian kualitas sangat penting dilakukan. Hal tersebut agar dapat menghasilkan produk sesuai standart yang ditetapkan oleh perusahaan [6].

PT. Multi Pilar Mandiri adalah perusahaan proyek yang bergerak di bidang fabrikasi dan konstruksi, dengan pengerjaan tergantung kebutuhan pelanggan. Pengelasan pipa adalah salah satu proyek yang telah diselesaikan oleh perusahaan ini. Namun, saat melakukan aktivitas tersebut, seringkali terdapat kendala yang mungkin menghalangi korporasi untuk memenuhi permintaan klien, terutama item yang rusak. Tabel 1 merupakan jenis produk cacat yang terjadi selama pengerjaan pengelasan pipa pada PT. Multi Pilar Mandiri.

Tabel 1 Jenis Produk Cacat Selama Bulan April – Mei 2022

Jenis defect	Frekuensi Defect (kali)
Crack	27
Porosity	45
Undercut	17
Slag Inclusion	20
Incomplete fusion	15

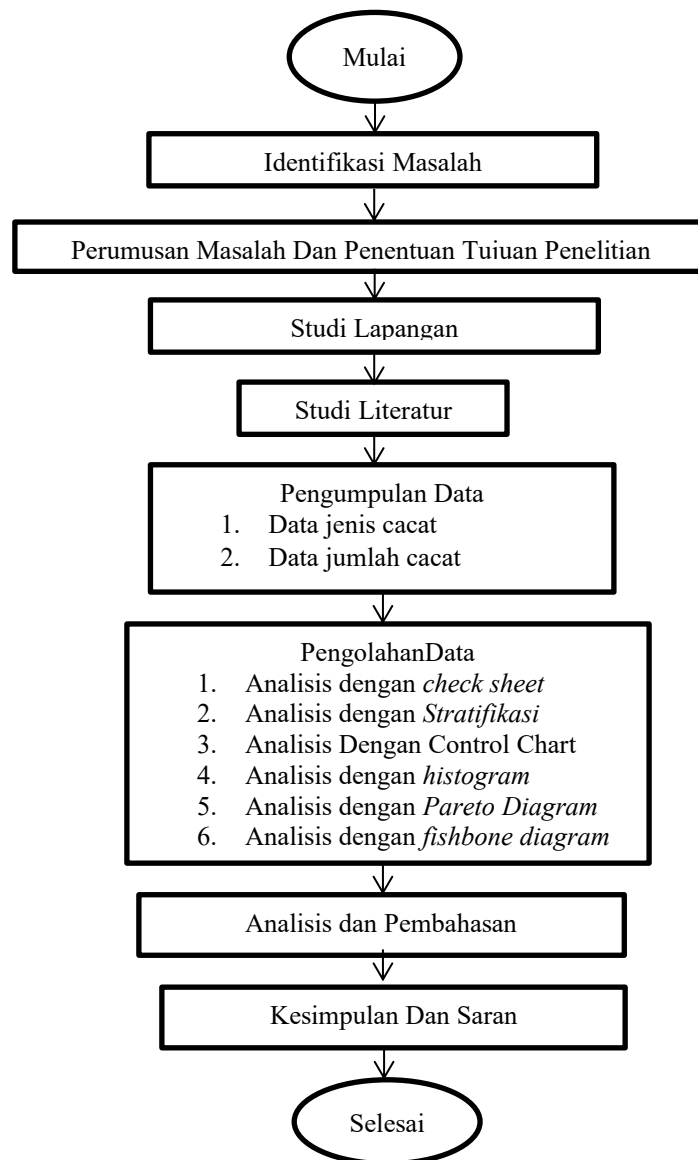
*Seven tools* merupakan salah satu *tools* yang digunakan guna melakukan proses pengendalian kualitas [7]. *Seven tools* merupakan kumpulan berbagai alat yang sering digunakan oleh pebisnis atau organisasi dalam proses pengendalian kualitas produk [8]. Metode *seven tools* memiliki tujuh alat dalam pengendalian kualitas yang berguna untuk mengetahui penyebab dari kecacatan produk yaitu *Check Sheet*, *Stratifikasi*, *Control Chart*, *Cause and Effect Diagram*, *Pareto Diagram*, *Histogram*, *Scatter Diagram* [9]. *Checksheets* merupakan lembar data yang harus dilengkapi untuk mencatat data volume produksi dan jumlah barang yang rusak [10], *Stratifikasi* adalah teknik untuk mengkategorikan data ke dalam kelompok yang sebanding dalam lingkup yang lebih sempit sehingga jumlah kekurangan dapat dilihat dengan lebih jelas [11], *histogram* digunakan untuk menampilkan data yang menunjukkan distribusi frekuensi [12], *Scatter diagram* dimaksudkan untuk menunjukkan hubungan antara jumlah barang yang rusak dan jumlah unit yang diproduksi [5], *diagram pareto* Secara khusus untuk mengidentifikasi jenis masalah yang paling sering terjadi pada produk, dan yang terakhir yaitu *Diagram tulang ikan* digunakan untuk mengidentifikasi berbagai sumber masalah [8].

Seperti halnya penelitian yang dilakukan [13] metode *seven tools* digunakan untuk mendeteksi jenis cacat dan penyebab masalah dalam pembuatan amplang. Penelitian yang dilakukan [14] analisis *seven tools* digunakan untuk memeriksa kualitas dan membatasi jumlah cacat dalam proses pemotongan. Penelitian yang dilakukan [15] metode *seven tools* digunakan untuk memperbaiki kekurangan dalam pembuatan botol plastik 60 ml. Penggunaan metode *seven tools* diharapkan dapat membantu pebisnis menetapkan persyaratan kualitas standar yang tidak ada di perusahaan [16]. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan judul “Analisis Pengendalian Mutu Proses *Welding* Pipa Pada Proyek Kontruksi Dengan Metode *Seven tools* (Studi Kasus : PT. Multi Pilar Mandiri)”. Pengendalian kualitas menggunakan metode *seven tools* ini dilakukan dengan upaya agar terjadinya penekanan jumlah produk cacat dan menjaga produk akhir agar sesuai standart kualitas perusahaan, dan memastikan bahwa produk yang cacat tidak sampai ke konsumen [17]

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek yang dilaksanan oleh PT. Multi Pillar Mandiri terhadap pengerjaan pengelasan pipa pada periode 1 April 2022 hingga 1 Mei 2022. Pengambilan data dilaksanakan dengan metode observasi di lapangan dan gambar kerja atau dokumentasi pengerjaan pengelasan pipa yang merupakan objek dari penelitian, yang mana dari data kecacatan pada proses pengelasan di area proyek menjadi pertimbangan untuk dilakukannya penelitian ini terkait pengendalian mutu pada proses *welding* pipa. Sistem kontrol kualitas ini disebut dengan *seven tools* yang terdiri dari *checksheet*, *stratifikasi*, *histogram*, *scatter diagram*, *control chart*, *diagram pareto*, dan *fishbone diagram* [18]. Penelitian ini hanya mengkaji lima instrumen yang sesuai dengan kondisi penelitian dalam melakukan pengendalian mutu, yaitu: *check sheet*, *stratifikasi*, *histogram*, *pareto diagram*, dan *fishbone diagram*. Pembuatan *check sheet* digunakan untuk mengidentifikasi data atribut [19], Karena data yang dikumpulkan bersifat kualitatif dan dapat digunakan untuk merekam dan menganalisis cacat pada proses pengelasan, maka dilakukan stratifikasi dengan mengelompokkan data ke dalam kelompok yang sejenis dalam ruang lingkup yang lebih kecil. Ini memudahkan untuk melihat berapa banyak cacat yang ada dalam proses pengelasan pipa [20]. *Histogram* kemudian dibuat berdasarkan kategorisasi data stratifikasi agar lebih mudah menyoroti jenis masalah yang sering terjadi [21], *Diagram pareto* kemudian dibuat dengan tujuan pembuatan diagram Pareto adalah untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling umum sehingga masalah dapat diprioritaskan [22], Dalam situasi ini, sasarannya adalah meminimalkan lebih dari 25% dari semua item yang

rusak [23]. Setelah kita menentukan prioritas alasan utama terbentuknya perbedaan proses yang ditunjukkan pada diagram Pareto. Maka langkah selanjutnya adalah menelaah dalam bentuk diagram sebab akibat guna menentukan alasan ketidaksesuaian. Gambar merupakan bagan penelitian.



Gambar 1 Bagan Penelitian

### Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini hanya menguji enam instrumen yang digunakan dalam pengendalian kualitas dengan menggunakan *seven tools* diantaranya yaitu *check sheet*, *stratifikasi*, *control chart*, *histogram*, *pareto diagram*, dan *fishbone diagram*.

#### Check Sheet

Data yang diperoleh merupakan data kuantitatif yang digunakan untuk dokumentasi dan analisis kegiatan proses pengelasan, digunakan *check sheet* untuk mengetahui karakteristik data. *Check Sheet* ditunjukkan pada Tabel 2, Karena data yang dikumpulkan dari lembar bersifat kualitatif, maka dapat dikuantifikasi sebagai analisis dan pencatatan cacat selama proses pengelasan pipa, dan data tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut :

**Tabel 2** Data Jumlah Cacat *Welding* Proses Pengelasan Pipa Pada Bulan April 2022

Tgl.	Jenis Defect				
	<i>Crack</i>	<i>Porosity</i>	<i>Undercut</i>	<i>Slag Inclusion</i>	<i>incomplete fusion</i>
1	I	I			
2		II		II	
3	IIII	II			
4				II	
5	II	II	III		
6				I	
7					
8	IIII	I			
9	III	III		I	II
10		III			
11			III		
12	I	I			III
13			II	III	
14		IIII			
15	II				I
16		I	II	III	
17	III	I			
18	II			II	
19		II			II
20	III	III	II		
21		II		III	III
22	I	IIII			
23			II	III	
24		III			
25		II	III		
26		II		II	IIII
27		I			
28		II			
29	I				
30		I			
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>15</b>

Tabel 2 merupakan data hasil obsevasi yang diperoleh selama jam kerja yang ditetapkan pada proses kerja praktik atau magang yang dilaksanakan selama bulan april 2022, diketahui bahwa hampir tiap hari terdapat *defect* yang disebabkan pada proses pengelasan. *Defect* yang terjadi pada proses pengelasan pipa diantaranya yaitu *crack* terjadi sebanyak 27 kali, porosity terjadi sebanyak 46, *undercut* terjadi sebanyak 17 kali, *slag inclusion* terjadi sebanyak 20 kali dan *incomplete fusion* terjadi sebanyak 15 kali.

**Stratifikasi**

Stratifikasi ini memungkinkan untuk mengkategorikan data ke dalam kategori yang dapat dibandingkan dalam lingkup yang lebih sempit berdasarkan pengumpulan data penarikan kembali produk yang cacat dan jumlah masalah produk, sehingga data dapat dilihat dengan lebih jelas. Stratifikasi data disusun berdasarkan kriteria cacat produk dan diurutkan dari kesalahan paling banyak hingga paling sedikit. Tabel 3 merupakan stratifikasi jumlah kecacatan produk pada proses *welding* pipa :

**Tabel 3** Stratifikasi Jumlah Kerusakan Pengelasan

Jenis defect	Frekuensi Defect (kali)
<i>Porosity</i>	45
<i>Crack</i>	27
<i>Slag Inclusion</i>	20
<i>Undercut</i>	17
Kurang Tebal ( <i>incomplete fusion</i> )	15

Pada tabel 3 diketahui bahwa kecacatan pada proses pengelasan didominasi oleh porosity dengan frekuensi sebanyak 45 kali, selanjutnya kerusakan crack dengan frekuensi sebanyak 27 kali, kerusakan slag inclusion sebanyak 20 kali, kerusakan undercut sebanyak 17 kali, dan kerusakan incomplete fusion sebanyak 15 kali.



**Control Chart**

Pengukuran stabilitas proses pengelasan dilakukan melalui alat dengan peta kendali jenis C-Chart. Penggunaan peta kendali C (C-Chart) karena data jumlah kesalahan suatu unit terdeteksi pada item yang diperiksa dengan variabel jumlah sampel setiap hari. Namun, jumlah kesalahan diperhitungkan daripada jumlah produk yang salah, karena film yang dihasilkan dari pengelasan pipa tunggal mungkin mengandung banyak masalah. Tabel 4 menampilkan data cacat proses pengelasan yang digunakan untuk memperkirakan batas kontrol atas dan bawah.

Tabel 4 Pengukuran Stabilitas Proses Pengelasan Pada Bula April 2022

Minggu	Crack	Porosity	Undercut	Slag Inclusion	Incomplete fusion	Jumlah Cacat
1	11	8	3	5	0	27
2	6	12	7	7	6	38
3	9	17	4	6	5	41
4	1	8	3	2	4	13
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>119</b>

Langkah selanjutnya dalam membuat peta kendali C (C-Chart) adalah sebagai berikut. [24] :

- a. Menentukan nilai *Central Line*

Perhitungan dapat digunakan untuk menghitung nilai *Central Line* dengan membagi jumlah kesalahan per total sampel.

$$CL = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \tag{1}$$

$$CL = 119 / 5 = 29.75$$

- b. Menentukan Batas Kendali Atas

Dengan menggunakan persamaan berikut, dapat diperoleh nilai akhir batas kendali atas (*Upper Control Limit*).

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \tag{2}$$

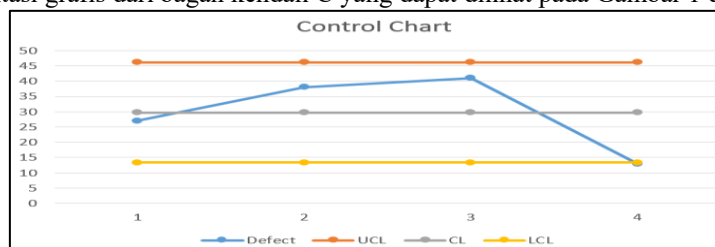
$$UCL = 29.75 + 3\sqrt{29.75} = 29.75 + 16.36 = 46.11$$

- c. Menentukan Batas Kendali Bawah

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \tag{3}$$

$$LCL = 29.75 - 3\sqrt{29.75} = 29.75 - 16.36 = 13.38$$

Tabel 4 menyajikan informasi yang mengungkapkan bahwa selama bulan April 2022, PT. Multi Pilar Mandiri memiliki nilai tengah (*Central Line*) sebesar 29,75, nilai Batas Kendali Atas sebesar 46,11, dan nilai Batas Kendali Bawah sebesar 13,38. Informasi ini dapat diamati dengan mengacu pada data yang ditampilkan dalam tabel. Representasi grafis dari bagan kendali C yang dapat dilihat pada Gambar 1 ditunjukkan di sini.

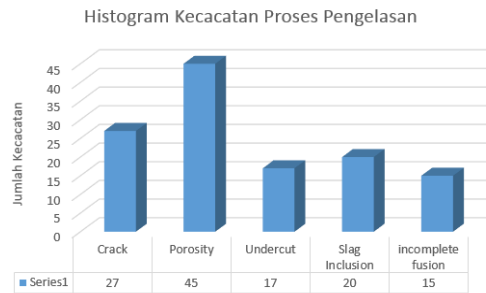


Gambar 2 Control Chart

Gambar 2 menampilkan hasil pengukuran yang dilakukan dari minggu pertama bulan April 2022 sampai dengan minggu keempat yang menunjukkan bahwa proses pengelasan masih dalam batas kendali meskipun terdapat total 119 cacat yang terjadi selama bulan tersebut, Ini termasuk 24 cacat di minggu pertama, 38 cacat di minggu kedua, 41 cacat di minggu ketiga, dan 13 cacat di minggu keempat. Pekerja yang berkontribusi terhadap insiden cacat dalam proses pengelasan pipa harus dilatih atau dilatih ulang, dan pengawasan yang lebih ketat terhadap metode atau teknik pengelasan yang digunakan oleh pekerja harus diterapkan.

**Histogram**

Histogram adalah diagram batang yang digunakan untuk menampilkan dengan jelas jenis kesalahan yang paling sering terjadi. Terjadinya item cacat ditunjukkan sepanjang sumbu y, sedangkan terjadinya cacat las ditunjukkan sepanjang sumbu x. Pada Gambar 1 menunjukkan histogram kecacatan pengelasan selama penelitian.



Gambar 3 Histogram Kecacatan Proses *Welding*

Pada gambar 3 diketahui bahwa jenis kecacatan yang mendominasi pada proses pengelasan yaitu *porosity* dengan jumlah kerusakan sebanyak 45 kali.

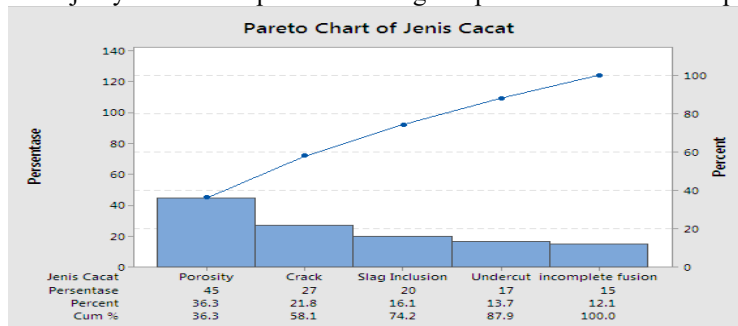
**Diagram Pareto**

Pembuatan diagram pareto dimaksudkan untuk membantu menentukan jenis masalah mana yang perlu ditangani terlebih dahulu. Mengumpulkan semua data berdasarkan jumlah perbedaan dan perbedaan total adalah tahap pertama dalam membuat diagram Pareto, tujuannya adalah untuk menentukan jenis kesalahan yang paling umum sehingga dapat mengatasinya terlebih dahulu. Tabel 4 menunjukkan hal ini. Setelah data pengelasan dikumpulkan, angka terbesar disortir sehingga perbedaan besar dalam data dapat ditentukan secara proporsional. Fraksi ini harus diatur sesuai dengan metode pengelasan yang digunakan. Di sini, pengelasan frekuensi diperoleh dari pengukuran di lapangan, yang setelah selesai, akan dipecah menjadi bagian-bagian komponennya. Pertama, hierarki kerusakan ditetapkan dan dibagi lagi menjadi tiga tingkat lebih lanjut, termasuk frekuensi cacat, frekuensi kumulatif, persentase cacat, persentase kumulatif. Data tersebut kemudian dibentuk menjadi bagan Pareto setelah semua temuan dimasukkan ke dalamnya atau direkam sehingga dapat diketahui jenis kecacatan yang dominan dalam proses pengelasan pipa.

**Tabel 5** Frekuensi Cacat *Welding*

Jenis Kerusakan	Frekuensi Cacat	Frekuensi Kumulatif	Persentase cacat	Persentase Kumulatif
<i>Porosity</i>	45	45	36.29%	36.29%
<i>Crack</i>	27	72	21.77%	58.06%
<i>Slag Inclusion</i>	20	92	16.13%	74.19%
<i>Undercut</i>	17	109	13.71%	87.90%
<i>incomplete fusion</i>	15	124	12.10%	100.00%

Berdasarkan tabel 4 selanjutnya dilakukan pembuatan diagram pareto. Gambar 4 merupakan diagram pareto.



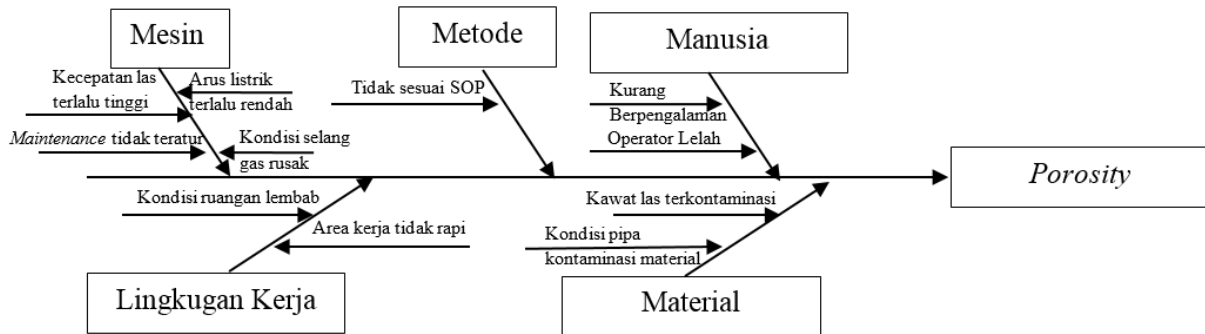
Gambar 4 Diagram Pareto Cacat proses *Welding* Pipa

Informasi data tentang berbagai jenis cacat yang muncul digunakan untuk membuat diagram pareto, yang kemudian digunakan untuk mendeteksi, mengkategorikan, dan berupaya menghilangkan masalah secara permanen. Dengan menggunakan grafik ini, dimungkinkan untuk menentukan jenis keluhan mana yang paling umum atau tersebar luas. Aturan 80:20, juga dikenal sebagai prinsip Pareto, digunakan untuk menentukan jenis kesalahan yang paling banyak terjadi. Menurut aturan ini, hanya 20% faktor yang bertanggung jawab atas 80% masalah yang mungkin timbul [25]. Gambar 4 pada diagram pareto diketahui bahwa kerusakan terbesar disebabkan pada kecacatan produk jenis *porosity* dengan kontribusi cacat sebesar 36.3%, Kemudian sesar

porositas harus diprioritaskan karena paling banyak menimbulkan kerugian dibandingkan dengan yang lain. Kemudian, dengan menggunakan diagram sebab dan akibat (*fishbone* diagram) dilakukan untuk mengetahui akar masalahnya.

**Fishbone diagram**

Setelah menentukan alasan utama terbentuknya ketidaksesuaian proses dalam diagram pareto yang dituangkan ke dalam gambar. Maka langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi dalam bentuk diagram sebab-akibat guna menentukan sumber-sumber akar masalah.



Gambar 5 Diagram *Fishbone Porosity*

Berdasarkan gambar 5 tentang diagram *fishbone* diketahui bahwa terdapat lima faktor yang mengakibatkan terjadinya kecacatan *porosity*, faktor-faktor tersebut yaitu mesin, metode, manusia, lingkungan kerja, material, dan manusia. Pada faktor mesin penyebab kecacatan dikarenakan kecepatan las terlalu tinggi, arus listrik terlalu rendah, kondisi selang gas rusak atau tidak layak pakai, dan tidak teraturnya melakukan *maintenance* pada mesin las. Pada faktor lingkungan kerja disebabkan karena kondisi area kerja yang lembab menyebabkan hasil pengelasan tidak kering sempurna serta area kerja yang berantakan dapat mengganggu konsentrasi pekerja. Pada faktor material ini kerap kali terjadi kondisi dimana pipa terkontaminasi material lain seperti minyak dan oli sehingga menyebabkan terjadinya gas pada proses pengelasan, selain itu apabila kawat las yang terkontaminasi minyak, cat, oli, ataupun air dapat menyebabkan terjadinya gas tersebut. Pada faktor manusia hal yang menyebabkan kecacatan pada proses pengelasan yaitu kurang ahlinya seorang operator dalam melaksanakan pekerjaannya dan kerap kali terdapat kondisi dimana operator mengalami kelelahan sehingga pekerjaan yang dilakukan asal-asalan dan tidak sesuai SOP yang telah ditentukan pihak perusahaan.

**Simpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dalam penelitian ini yaitu jenis kecacatan yang mendominasi terjadi pada proses *welding* pipa yang dilaksanakan oleh PT. Multi Pilar Mandiri yaitu *porosity*, jenis kecacatan ini memiliki kontribusi cacat terbesar dengan total 36.50% dari keseluruhan cacat pengelasan pipa, kemudian kecacatan *crack* sebesar 21.80%, kecacatan *slag inclusion* 16.10%, kecacatan jenis *undercut* sebesar 13.7%, dan kecacatan *incomplete fusion* sebesar 12.10%. Selanjutnya dikarenakan kecacatan jenis *porosity* memiliki kontribusi terbesar yaitu 36.30%, maka dilakukannya analisis sebab-akibat terjadinya kecacatan *porosity* dengan diagram *fishbone* berdasarkan data observasi dan wawancara didapatkan lima faktor yang menyebabkan terjadinya kecacatan yaitu faktor mesin, metode, lingkungan kerja, material, dan manusia

**Daftar Pustaka**

[1] A. C. Banjarnahor and N. B. Puspitasari, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Statistical Process Control pada Produk Crude Palm Oil (Studi Kasus PTXYZ)," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, 2023.

[2] A. Merjani and I. Kamil, "Penerapan Metode Seven Tools Dan Pdca (Plan Do Check Action) Untuk Mengurangi Cacat Pengelasan Pipa," *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 124–131, 2021, doi: 10.33373/profis.v9i1.3313.

[3] S. Rafsanjani, "Pengendalian Dan Perbaikan Kualitas Proses Printing Kemasan Produk Menggunakan Integrasi FMEA-TRIZ," Institut Teknologi Sepuluh Noverber, 2018.

[4] D. Ulhaq and Yuniar, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Sweater Rajut Menggunakan Metode Seven," vol. 1, pp. 1–14, 2021.





- [5] H. Alfadilah, A. F. Hadining, and H. Hamdani, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Piece Pivot pada PT. Trijaya Teknik Karawang Menggunakan Seven tool dan Analisis Kaizen," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2814–2822, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3667.
- [6] S. Aunillah, M. W. Kurniawan, M. Dian, and H. Hidayat, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Batu Kumbang Menggunakan Metode Seven Tools (Studi Kasus : CV. Salsabilah Group)," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 1, pp. 030–038, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i1.4202.
- [7] I. N. Gusniar and D. N. Ramadhan, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Seven Tools dan Kaizen pada Part PLG di PT Naratama Sayagai Indonesia," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 4, pp. 3655–3663, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i4.4647.
- [8] I. Idris and R. Aditya Sari, "Pengendalian Kualitas Tempe Dengan Metode Seven Tools," *J. Teknovasi*, vol. 03, no. 1, pp. 66–80, 2016.
- [9] M. S. ARIFIN, S. ADJIE, and E. SANTOSO, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Seventools Sebagai Alat Untuk Mengurangi Produk Cacat Pada Perusahaan Tanteka Sablon Ponorogo.," *ISOQUANT J. Ekon. Manaj. dan Akunt.*, vol. 3, no. 1, p. 25, 2019, doi: 10.24269/iso.v3i1.237.
- [10] M. S. A. Fath and R. A. Darajatun, "Tinjauan Perancangan Produksi dan Kualitas Pada Produk Rak Dies di CV Sarana Sejahtera Tehnik," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 2, pp. 159–168, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6105126.
- [11] D. R. . Rasyida and M. M. Ulkhaq, "Aplikasi Metode Seven Tools Dan Analisis 5W + 1H Untuk," *Ind. Eng. Dep. Fac. Eng. Diponegoro Univ.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–9, 2015.
- [12] L. Permono, L. A. Salmia, and R. Septiari, "Penerapan Metode Seven Tools Dan New Seven Tools Untuk Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus Pabrik Gula Kebon Agung Malang)," *J. Valtech*, vol. 5, no. 1, pp. 58–65, 2022.
- [13] Ridmaningrum, M. S. Rusli, and D. Setyaningsih, "Pengendalian Kualitas Amplang Menggunakan Seven Tools Di Ud. Kelompok Melati," *Agrointek*, vol. 14, no. 2, pp. 67–74, 2020.
- [14] A. A. Hendrawan, Yustina, and Pailan, "Integrasi Penerapan Kaizen Dan Seven Tools Di Pt .Gunawan Steel," *J. Tek. Ind.*, vol. 6, pp. 1–6, 2016.
- [15] M. Rofieq and R. Septiari, "Penerapan Seven Tools Dalam Pengendalian Kualitas Botol Plastik Kemasan 60 Ml," *J. Ind. View*, vol. 3, no. 1, pp. 23–34, 2021, doi: 10.26905/jiv.v3i1.5720.
- [16] P. Wisnubroto, M. Yusuf, and Prayitno, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Menggunakan Pendekatan Gugus Kendali Mutu Dengan Seven Tools Pada Ud . Kalor Makmur," *Ind. Eng. J. Univ. Sarjanawiyata Tamansiswa*, vol. 3, no. 1, pp. 34–42, 2019.
- [17] A. Rahman, A. V. W, M. B. I. D. R, and T. Dhiwangkara, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Roll Plastik dengan Metode Seven Tools Guna Mengurangi Kecacatan di PT . Samudra Gemilang Plastindo Jurusan Teknik Industri , Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya," *Pros. SENASTITAN*, vol. Vol. 01 20, pp. 99–104, 2021.
- [18] I. Nursyamsi and A. Momon, "Analisa Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Seven Tools untuk Meminimalkan Return Konsumen di PT. XYZ," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2701–2708, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3878.
- [19] M. Dio Indranata and D. Andesta, "Pengendalian Kualitas Produk Kerupuk Bawang Menggunakan Metode Seven Tools (Studi Kasus: UMKM Kerupuk Dinda)," *Serambi Eng.*, vol. VII, no. 2, pp. 3120–3128, 2022.
- [20] K. Damayant, M. Fajri, and N. Adriana, "Pengendalian Kualitas Di Mabel PT. Jaya Abadi Dengan Menggunakan Metode Seven Tools," *J. Penelit. Mhs. Tek. Ind. Univ. Indraprasta PGRI*, vol. 3, no. 1, p. 2, 2022.
- [21] M. E. Setiabudi, P. Vitasari, and T. Priyasmanu, "Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Menurunkan Jumlah Produk Cacat Dengan Metode Statistical Quality Control Pada Umkm. Waris Shoes," *J. Valtech*, vol. 3, no. 2, pp. 211–218, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/2734>
- [22] A. Kuswara and D. Herwanto, "Analisis Peta Kendali Atribut dalam Proses Produksi Produk Rubber Roller pada PT Nesinak Industries Analysis of Attribute Control Chart in Rubber Roller Production Process at PT Nesinak Industries," vol. 9, 2022.
- [23] Suhadak and T. Sukmono, "Improving Product Quality With Production Quality Control," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 41–50, 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i2.1306.
- [24] A. Huda, "Analisis Pengendalian Kualitas Proses Pengelasan (Welding) dengan Pendekatan Six Sigma pada Proyek PT. XYZ," *J. Wacana Ekon.*, no. 2016, 2018, [Online]. Available: <http://journal.uniga.ac.id/index.php/JA/article/view/295>
- [25] T. Tajuddin and A. Junaedi, "Usulan Pengendalian Kualitas Pelayanan Pada Pt. Pegunungan Cartenz Papua Menggunakan Metode Statistical Processing Control," *Metod. J. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–17, 2021, doi: 10.33506/mt.v7i1.1646.