

ANALISIS PENGENDALIAN *DEFECT WELDING PART FUEL TANK* DENGAN PENDEKATAN METODE *SIX SIGMA* SEBAGAI UPAYA OPTIMASI PRODUK A PADA PT XYZ

Stefanya Grace Diairi I¹, Manik Mahachandra²

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang otomotif di Indonesia, PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang besar, dimana Ia tidak hanya melakukan pemasaran dalam negeri tetapi juga ditujukan untuk ekspor ke luar negeri. PT XYZ memproduksi dua jenis produk, produk A dan Produk B dengan masing-masing produk memiliki lini masing-masing. Sebagai salah satu perusahaan besar PT XYZ tidak luput dari permasalahan *defect* salah satunya pada produksi *welding fuel tank* produk A, dengan proporsi rata-rata 8,158% per hari, melebihi batas ideal sebesar 0,4%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akar penyebab *defect* serta merekomendasikan usulan perbaikan dengan pendekatan *Six Sigma* melalui tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis *defect* utama adalah bolong pada *auto metal filler* dengan kontribusi sebesar 80,29%. Nilai rata-rata level *sigma* proses saat ini adalah $3,47\sigma$, menunjukkan bahwa kapabilitas proses masih jauh dari target 6σ . Rekomendasi perbaikan mencakup kalibrasi mesin, pelatihan operator, peningkatan kontrol mutu material. Dengan diterapkannya metode *six sigma* diharapkan adanya peningkatan kualitas mutu berkelanjutan.

Kata kunci: *Six Sigma, DMAIC, Level Sigma, welding, defect, fuel tank.*

Abstract

[ANALIZING DEFECT CONTROL IN FUEL TANK WELDING PARTS USING THE SIX SIGMA METHOD AS AN EFFORT TO OPTIMIZE PRODUCT A AT PT XYZ] Being One of the companies operating in the automotive sector in Indonesia, PT XYZ is one of the largest companies, which not only conducts domestic marketing but also targets exports to foreign markets. PT XYZ produces two types of products, Product A and Product B, each with their own respective production lines. As one of the largest companies, PT XYZ is not exempt from defect issues, particularly in the production of welding fuel tanks for Product A, with an average defect rate of 8.158% per day, exceeding the ideal limit of 0.4%. This study aims to analyze the root causes of defects and recommend improvement proposals using the Six Sigma approach through the DMAIC stages (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). The analysis results indicate that the primary defect type is holes in the auto metal filler, contributing 80.29%. The current process sigma level average is 3.47σ , indicating that process capability is still far from the target of 6σ . Improvement recommendations include machine calibration, operator training, and enhanced material quality control. With the implementation of the Six Sigma method, it is hoped that there will be a sustained improvement in quality.

Keywords: *Six Sigma, DMAIC, Level Sigma, welding, defect, fuel tank.*

1. Pendahuluan

Sektor industri di Indonesia telah berkembang seiring dengan teknologi yang semakin maju. Perindustrian yang baik memungkinkan berkembang pesatnya perekonomian itu sendiri, namun sebaliknya jika perindustrian tidak mampu memanfaatkan sumber daya yang dimiliki dengan baik dapat mengakibatkan turunnya perekonomian. Persaingan dalam dunia industri semakin tinggi meskipun berada dalam kondisi keuangan yang tidak sehat. Menurut Tajuddin & Ahistasari (2020), saat ini pelaku usaha dalam industri di Indonesia

menyadari akan semakin berubahnya orientasi pelanggannya terhadap kualitas, alam persaingan dunia industri yang semakin ketat, perusahaan harus dapat bertahan dan bersaing dengan perusahaan sejenis, hal ini mendorong pelaku usaha untuk menghasilkan barang ataupun jasa dalam kualitas tinggi, dengan kualitas tersebut maka akan memberikan kepuasan kepada pelanggan ataupun konsumen.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur otomotif yang memproduksi sepeda motor untuk pasar domestik maupun ekspor. Proses produksi

pada PT XYZ terbagi dalam dua sistem utama, yaitu *Batch Production System* dan *Continuous Production System*, dengan beberapa tahapan penting, yaitu casting yang terbagi menjadi HPDC (*High Pressure Die Casting*) dan LPDC (*Low Pressure Die Casting*), kemudian adanya *machining, assy engine, press, welding, painting steel, gensub*, serta *assy unit*. Meskipun proses produksi telah dirancang secara sistematis, produk yang dihasilkan PT XYZ sendiri tidak luput dari masalah cacat atau barang defect. Sering kali barang defect terjadi karena adanya faktor manusia, mesin, ataupun material, sehingga produk yang dihasilkan dari proses produksi yang tidak memenuhi standar kualitas yang sudah ditentukan (Puspasari & Mustomi, 2019). Hal ini dapat dilihat salah satunya pada proses produksi *welding*. Proses *welding* merupakan teknik penyambungan logam dengan mesin las elektroda dan dilakukan pada komponen *body frame* serta *fuel tank* untuk dua jenis produk, yaitu A dan B.

Selama 4 bulan terakhir, proses *welding fuel tank* Produk A di PT XYZ mengalami beberapa tantangan terhadap pengendalian kualitasnya. Diketahui bahwa PT XYZ memiliki proporsi *defect* ideal sebesar 0,4% sebagai bagian dari upaya *zero defect*. Namun, kenyataannya selama periode Oktober 2024 sampai dengan Januari 2025, proporsi *defect* terhitung mencapai 8,158%. Hasil tersebut sangat jauh dari proporsi ideal *defect* yang dikatakan dan diperlukan perbaikan segera. Tingginya tingkat proporsi *defect* ini menjadi fokus utama karena berdampak signifikan terhadap proses produksi, dimana dapat menimbulkan kerugian secara finansial, dan meningkatnya jumlah *rework* dan *scrap*. Permasalahan ini juga berdampak pada reputasi perusahaan apabila produk *defect* sampai konsumen akhir. Untuk itu, maka diperlukan pendekatan secara sistematis guna menurunkan tingkat *defect* produksi, khususnya pada *welding fuel tank*.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah *Six Sigma*. *Six sigma* merupakan sistem komprehensif serta fleksibel untuk mencapai, mempertahankan serta memaksimalkan sukses bisnis, adapun metode ini secara unik dikendalikan oleh pemahaman kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, dan analistik statistik, juga perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menumbuhkan kembali proses bisnis (Caesaron & Tandianto, 2015). *Six Sigma* dilakukan dengan lima tahap, yang dikenal sebagai DMAIC. DMAIC merupakan singkatan dari *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*), dimana dikenal sebagai metodologi langkah yang terstruktur untuk melakukan siklus improvement yang berbasis kepada data digunakan untuk meningkatkan, mengoptimasi dan menstabilkan desain

dan proses pada suatu perusahaan (Firmansyah & Yuliarty, 2020).

Metodologi penelitian berisikan langkah-langkah yang telah dilakukan peneliti dalam menuliskan laporan dari awal hingga akhir. Tahapan penelitian yang dilakukan pada penyusunan ialah melakukan studi pendahuluan pada PT XYZ dengan melakukan wawancara dan observasi. Kemudian berdasarkan informasi dari observasi dan wawancara yang dilakukan dapat diperoleh perumusan masalah. Setelah masalah telah diidentifikasi, maka dilanjutkan dengan menyusun tujuan penelitian, dimana penyelesaian masalah diselesaikan dengan studi literatur yang sudah dilakukan. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan data produksi dan *defect* pada bulak Oktober 2024 sampai Januari 2025. Selanjutnya akan dilakukan uji keseragaman dan uji kecukupan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh valid. Apabila data valid maka akan dilakukan pengolahan data dengan *Six Sigma* dengan pendekatan 5 tahapan, *define, measure, analysis, improve, dan control*. Penelitian hanya dilakukan sampai tahap *improve* untuk tahap *control* diserahkan kembali kepada pihak perusahaan. Kemudian akan dilanjutkan dengan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang dilakukan.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, data yang diperlukan didapatkan melalui observasi langsung, wawancara para pekerja, dan data laporan *defect welding fuel tank* produk A pada bulan Oktober 2024 sampai Januari 2025. Data yang diperoleh diketahui bahwa terdapat total produksi sebesar 57400, sekitar 700 sampai dengan 900 per harinya dan total *defect* yang diketahui sebesar 4419 dari total produksinya.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan meliputi tahapan-tahapan yang meliputi pengumpulan data, uji keseragaman, uji kecukupan, dan pengolahan menggunakan *metode six sigma*.

4.1 Pengujian Data

4.1.1 Uji keseragaman Data Defect

Uji keseragaman data adalah pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama (Jamaliyah & Aristriyana, 2020). Data yang berada pada luar batas kendali tidak akan diikutsertakan ke dalam pengolahan data. Gambar 1 menunjukkan uji keseragaman dengan kepercayaan 99% dan ketelitian 5% yang dilakukan pada data jumlah *defect welding fuel tank* produk A.

$$\text{Rata-rata defect} = \frac{37+138+154+120+\dots+36}{69} = 66,420$$

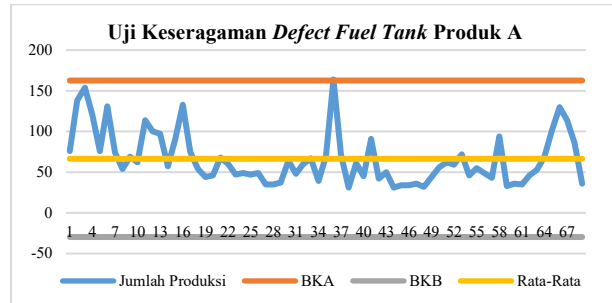
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(66,420-\bar{X})^2}{68}} = 32,056$$

$$BKA = X + k\sigma$$

$$BKA = 66,420 + 3(32,056) = 162,589$$

$$BKB = X - k\sigma$$

$$BKB = 66,420 - 3(32,056) = -29,748$$



Gambar 1 Uji Keseragaman Fuel Tank ke-1

Berdasarkan gambar 1. diketahui masih adanya data yang melebihi batas kendali yaitu pada tanggal 19 Nov 2024 dengan defect sebesar 164, maka data tidak dapat diolah dan melakukan uji ulang tanpa data tersebut.

$$\text{Rata-rata defect} = \frac{37+138+154+120+\dots+36}{68} = 64,985$$

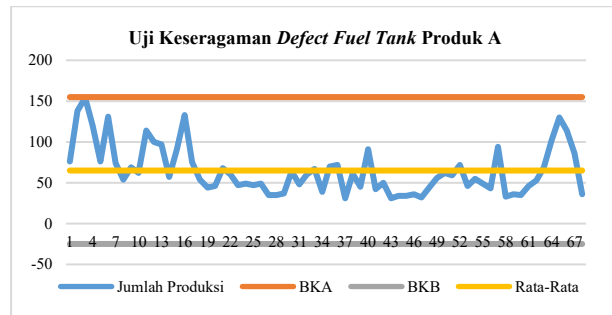
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (64,985 - \bar{X})^2}{67}} = 29,979$$

$$BKA = X + k\sigma$$

$$BKA = 64,985 + 3(29,979) = 154,922$$

$$BKB = X - k\sigma$$

$$BKB = 64,985 - 3(29,979) = -24,951$$



Gambar 2 Uji Keseragaman Fuel Tank ke-2

Pada gambar 2. terlihat tidak adanya data yang melebihi batas kendali sehingga data dapat dilanjutkan ke proses pengolahan data selanjutnya.

4.1.2 Uji Kecukupan

Pada uji kecukupan akan dihitung nilai N' untuk diketahui minimum data yang dibutuhkan, apabila nilai $N < N'$, maka dikatakan bahwa data tidak cukup dan perlu dilakukannya pengambilan data ulang agar dapat dilanjutkannya pengolahan data berikutnya. Dalam penelitian ini, tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan konstanta k sebesar 3 Tingkat kesalahan ditetapkan sebesar 15%.

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0,15} \sqrt{67(347385) - (4419)^2}}{4419} \right]^2$$

$$N' = 34,115$$

Maka, data telah mencukupi syarat untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut karena telah melebihi dari 35 data.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan tahap *Define, Measure, Analyze, and Improve*.

4.2.1 Define

Pada tahap define dilakukan pengamatan kondisi aktual pada proses produksi *welding fuel tank* PT XYZ berlangsung. SIPOC akan digunakan pada tahap ini untuk mengidentifikasi setiap proses pada *welding fuel tank* PT XYZ. Selanjutnya akan diidentifikasi masalah yang ada, serta dilakukannya identifikasi CTQ.

Identifikasi Proses

Identifikasi proses dilakukan menggunakan SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customer*). Pada gambar 3. SIPOC menampilkan aliran kerja yang terjadi pada *welding fuel tank* produk A.

Supplier	Input	Process	Output	Customer
Metal Press	Half Upper Fuel Tank	Automated Filler	Fuel Tank Produk A	Painting Steel
Warehouse	Half Lower Fuel Tank	Auto Spot Welding		
	Pipe Fuel Tube	Brushing and Stamping		
	Pipe Right Swing Arm	Spot and Seam Cam		
	Pipe Left Swing Arm	Leak Test Fuel Tank Comp		
	Patch Swing Arm	Numbering		
		Final Check and Marking		

Gambar 3 SIPOC Produksi Welding Fuel Tank Identifikasi Masalah

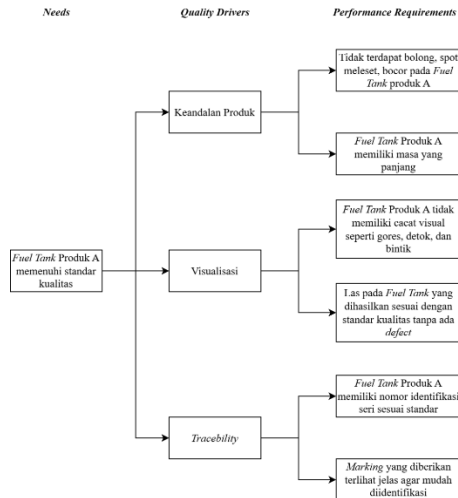
Dalam melakukan proses *welding fuel tank*, PT XYZ masih menghadapi beberapa masalah, salah satunya adalah *defect*. Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa proporsi *defect* yang diproduksi pada proses ini melebihi idealnya. Pada data bulan Oktober 2024 sampai Januari 2025 diketahui rata-rata proporsi *defect* sebesar 8%, nilai tersebut jauh lebih besar dari proporsi idealnya sebesar 0,4%. Adapun macam-macam jenis *defect* yang dihasilkan pada proses ini adalah sebagai berikut.

- **Bolong**: bolong terjadi akibat *setting* awal parameter yang tidak sesuai, seperti adanya arus terlalu besar ataupun kecil ataupun permukaan plat yang belum bersih sehingga menghasilkan lubang
- **Spot Meleset**: biasanya terdapat spot meleset karena posisi *plate* yang tidak presisi sehingga terjadinya pergeseran *plate* dan mengakibatkan titik las berada di luar area yang ditentukan.
- **Bocor Metal Filler**: terjadi akibat kualitas pengelasan pada *filler* yang belum sesuai standar, adanya celah kecil pada sambungan las yang tidak terdeteksi sebelumnya.
- **Cacat gores**: pada proses ini terjadi karena adanya ketidaksesuaian tekanan pada mesin atau adanya gesekan benda asing pada *handling fuel tank*

- **Debok/Bintik:** Pada proses ini biasanya cacat terjadi karena tekanan penjepitan pada *masking* yang terlalu kuat atau adanya kontaminasi dengan partikel seperti debu ataupun logam yang menempel pada permukaan *fuel tank*.

Identifikasi CTQ

Identifikasi CTQ menggunakan CTQ tree sebagai alat visual dalam mengidentifikasi dan menguraikan kebutuhan *customer* menjadi *quality drivers* dan *performance requirements*



Gambar 4 CTQ Tree

Berdasarkan CTQ tree, terdapat tiga CTQ yang belum terpenuhi yaitu, *fuel tank* produk A yang dihasilkan tidak terdapat bolong, *spot* meleset, dan bocor. Lalu *Fuel tank* produk A tidak memiliki cacat visual seperti gores, detok, dan bintik. Terakhir, hasil las pada *fuel tank* sesuai dengan standar kualitas tanpa adanya *defect*.

4.2.2 Measure

Pada tahap ini dilakukan perhitungan stabilitas proses dengan menggunakan *p-chart*, kemudian pengukuran kapabilitas proses untuk mengetahui nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) serta level *sigma*.

Pengukuran Stabilitas Proses

Pada pengukuran stabilitas proses dilakukan menggunakan peta kendali untuk memastikan apakah data berada dalam batas kendali statistik atau tidak. Berikut merupakan perhitungan peta kendali p.

- Perhitungan proporsi *defect* pada tanggal 1 Oktober 2024

$$p = \frac{np}{n} = \frac{76}{900} = 0,084$$

- Perhitungan *Center Line* (CL)

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{4419}{56500} = 0,0782$$

- Perhitungan *Upper Control Limit* (UCL) pada tanggal 1 Oktober 2024

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{CL(1 - CL)}{n}}$$

$$UCL = 0,0782 + 3 \sqrt{\frac{0,0782(1 - 0,0782)}{900}}$$

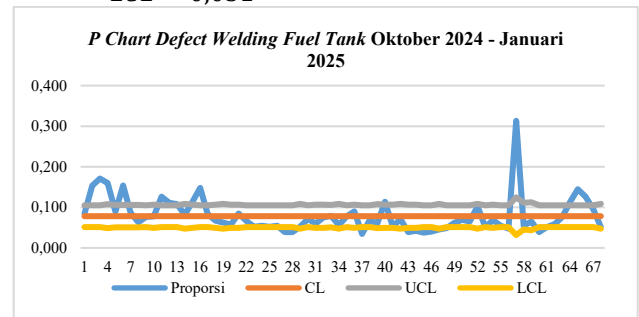
$$UCL = 0,105$$

- Perhitungan *Lower Control Limit* (LCL) pada tanggal 1 Oktober 2024

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

$$LCL = 0,0782 - 3 \sqrt{\frac{0,0782(1 - 0,0782)}{900}}$$

$$LCL = 0,051$$



Gambar 5 Peta Kendali Defect Welding Fuel Tank

Berdasarkan gambar 5. diatas diketahui bahwa terdapat 13 data yang melebihi batas kendali. Hal ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian dalam proses produksi, di mana jumlah *defect* yang dihasilkan melebihi rata-rata yang diharapkan. Maka, diperlukan analisis untuk mengidentifikasi akar penyebab variasi dan fluktuasi terjadinya *defect*.

Pengukuran Kapabilitas Proses

Pada langkah ini dilakukan perhitungan *Defects per Unit* (DPU) untuk mengukur rata-rata jumlah *defect* per unit produk yang dihasilkan, *Defects per Opportunity* (DPO) untuk membandingkan antara jumlah *defect* dengan total peluang terjadinya *defect* dalam proses produksi. Kemudian *Defects per Milion Opportunities* (DPMO) menunjukkan banyaknya *defect* yang terjadi dalam setiap satu juta peluang, dan nilai level *sigma* yang mencerminkan seberapa tinggi kapabilitas suatu proses dalam menghasilkan produk berkualitas.

- Menghitung Nilai *Defects per Unit* (DPU) pada tanggal 1 Oktober 2024

$$DPU = \frac{D}{U}$$

$$DPU = \frac{76}{900} = 0,084$$

Keterangan:

D = Jumlah produk *defect* dalam 1 periode

U = Jumlah hasil produksi dalam 1 periode

- Menghitung Nilai *Defects per Opportunity* (DPO) pada tanggal 1 Oktober 2024

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ}$$

$$DPO = \frac{0,084}{3} = 0,028$$

Keterangan:

DPU = *Defects per Unit*

CTQ = *Critical to quality*

- Menghitung *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) pada tanggal 1 Oktober 2024

$$DPMO = \frac{D}{U \times CTQ} \times 10^6$$

$$DPMO = DPO \times 10^6$$

$$DPMO = 0,028 \times 10^6 = 28148,148$$

Keterangan:

DPO = *Defects per Opportunity*

- Nilai Level *Sigma* pada tanggal 1 Oktober 2024

$$\sigma = \text{NORMSINV}((1000000 - DPMO)/1000000) + 1,5$$

$$\sigma = \text{NORMSINV}((1000000 - 28148,148)/1000000) + 1,5$$

$$\sigma = 3,409$$

Keterangan:

σ = Nilai level *sigma*

Berikut merupakan rekapitulasi kapabilitas proses produk *defect Welding Fuel Tank* Produk A.

Tabel 1. Perhitungan Nilai *Sigma* dan DPMO

Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	CTQ	DPO	DPMO	Nilai Level Sigma
01/10/2024	900	76	3	0,028	28148,148	3,409
02/10/2024	900	138	3	0,051	51111,111	3,134
03/10/2024	900	154	3	0,057	57037,037	3,080
04/10/2024	750	120	3	0,053	53333,333	3,113
07/10/2024	850	76	3	0,030	29803,922	3,384
08/10/2024	850	131	3	0,051	51372,549	3,132
09/10/2024	850	74	3	0,029	29019,608	3,395
10/10/2024	850	54	3	0,021	21176,471	3,530
11/10/2024	900	69	3	0,026	25555,556	3,451
14/10/2024	800	62	3	0,026	25833,333	3,446
15/10/2024	900	114	3	0,042	42222,222	3,225
16/10/2024	900	100	3	0,037	37037,037	3,286
17/10/2024	900	97	3	0,036	35925,926	3,300
18/10/2024	700	57	3	0,027	27142,857	3,425
21/10/2024	800	91	3	0,038	37916,667	3,275
22/10/2024	900	133	3	0,049	49259,259	3,152
23/10/2024	900	75	3	0,028	27777,778	3,415
24/10/2024	800	54	3	0,023	22500,000	3,505
25/10/2024	700	44	3	0,021	20952,381	3,534
28/10/2024	800	46	3	0,019	19166,667	3,571
29/10/2024	800	68	3	0,028	28333,333	3,406
30/10/2024	900	60	3	0,022	22222,222	3,510
31/10/2024	900	47	3	0,017	17407,407	3,611
01/11/2024	900	49	3	0,018	18148,148	3,594
04/11/2024	900	47	3	0,017	17407,407	3,611
05/11/2024	900	49	3	0,018	18148,148	3,594
06/11/2024	900	35	3	0,013	12962,963	3,727
07/11/2024	900	35	3	0,013	12962,963	3,727
08/11/2024	700	37	3	0,018	17619,048	3,606
11/11/2024	900	64	3	0,024	23703,704	3,483
12/11/2024	800	48	3	0,020	20000,000	3,554
13/11/2024	800	60	3	0,025	25000,000	3,460
14/11/2024	850	67	3	0,026	26274,510	3,439
15/11/2024	700	39	3	0,019	18571,429	3,584
18/11/2024	900	70	3	0,026	25925,926	3,444
20/11/2024	800	72	3	0,030	30000,000	3,381
21/11/2024	900	31	3	0,011	11481,481	3,774
22/11/2024	900	61	3	0,023	22592,593	3,503
25/11/2024	750	45	3	0,020	20000,000	3,554
26/11/2024	800	91	3	0,038	37916,667	3,275
28/11/2024	800	42	3	0,018	17500,000	3,608

Tabel 2. Perhitungan Nilai *Sigma* dan DPMO (Lanjutan)

Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	CTQ	DPO	DPMO	Nilai Level Sigma
22/11/2024	900	61	3	0,023	22592,593	3,503
25/11/2024	750	45	3	0,020	20000,000	3,554
26/11/2024	800	91	3	0,038	37916,667	3,275
28/11/2024	800	42	3	0,018	17500,000	3,608
29/11/2024	700	50	3	0,024	23809,524	3,481
02/12/2024	800	31	3	0,013	12916,667	3,729
03/12/2024	800	34	3	0,014	14166,667	3,693
04/12/2024	900	34	3	0,013	12592,593	3,739
05/12/2024	900	36	3	0,013	13333,333	3,716
06/12/2024	700	32	3	0,015	15238,095	3,664
09/12/2024	900	44	3	0,016	16296,296	3,637
10/12/2024	900	56	3	0,021	20740,741	3,539
11/12/2024	900	62	3	0,023	22962,963	3,496
12/12/2024	900	59	3	0,022	21851,852	3,517
13/12/2024	700	72	3	0,034	34285,714	3,321
16/12/2024	900	46	3	0,017	17037,037	3,619
17/12/2024	800	55	3	0,023	22916,667	3,497
18/12/2024	900	49	3	0,018	18148,148	3,594
19/12/2024	900	43	3	0,016	15925,926	3,646
20/12/2024	300	94	3	0,104	104444,444	2,757
23/12/2024	600	33	3	0,018	18333,333	3,589
03/01/2025	550	36	3	0,022	21818,182	3,518
06/01/2025	900	35	3	0,013	12962,963	3,727
07/01/2025	900	46	3	0,017	17037,037	3,619
08/01/2025	900	53	3	0,020	19629,630	3,561
09/01/2025	900	69	3	0,026	25555,556	3,451
10/01/2025	900	102	3	0,038	37777,778	3,277
13/01/2025	900	130	3	0,048	48148,148	3,163
14/01/2025	900	114	3	0,042	42222,222	3,225
15/01/2025	900	86	3	0,032	31851,852	3,354
16/01/2025	700	36	3	0,017	17142,857	3,617
Rata-rata	0,027	26700,236	3,470			

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan rata-rata *defect* oleh *welding fuel tank* sebesar 3,4 σ . Nilai ini menunjukan bahwa produksi *welding fuel tank* memiliki jumlah *defect* sebesar 66.807 dari satu juta kemungkinan. Perbandingan level *sigma* menunjukan bahwa tingkat kapabilitas proses produksi pada *welding fuel tank* masih jauh dari standar ideal *six sigma*. Maka, diperlukan perbaikan secara menyeluruh guna meningkatkan efisiensi mutu dalam proses produksi.

Maka harus ditentukan target peningkatan berdasarkan oleh DPMO dan nilai *sigma* melalui pengukuran awal kerja.

- DPMO Awal Kinerja

$$DPMO = \frac{\sum D}{\sum U \times CTQ} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{4419}{56500 \times 3} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 26070,796$$

Keterangan:

D = Total *defect* seluruh data

U = Total produksi seluruh data

CTQ = *Critical to Quality*

- Nilai Level *Sigma* berdasarkan DPMO Awal Kinerja

$$\sigma = \text{NORMSINV}((1000000 - DPMO)/1000000) + 1,5$$

$$\sigma = \text{NORMSINV}((1000000 - 26070,796)/1000000) + 1,5$$

$$\text{Nilai level sigma} = 3,44\sigma$$

- Target nilai level *sigma*

Target nilai level *sigma* yang akan dicapai adalah 6 σ .

- Menghitung besar peningkatan nilai *sigma* yang harus dicapai

Peningkatan nilai level *sigma*(%) :

$$\frac{\text{Sigma target} - \text{Sigma Awal}}{\text{Sigma baseline}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Peningkatan nilai level sigma}(\%) &= \frac{6 - 3,44}{3,44} \times 100\% \\ &= 74\% \end{aligned}$$

Peningkatan nilai level sigma(%) = 74%

- Target DPMO
Target DPMO adalah sebesar 3,4 DPMO.
- Menghitung besar penurunan DPMO yang harus dicapai

$$\begin{aligned} \text{Penurunan DPMO}(\%) &= \frac{\text{DPMO Awal} - \text{DPMO target}}{\text{DPMO Awal}} \times 100\% \\ \text{Penurunan DPMO}(\%) &= \frac{26070,796 - 3,4}{26070,796} \times 100\% \\ \text{Penurunan DPMO}(\%) &= 100\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diketahui bahwa untuk mencapai target nilai 6σ, peningkatan nilai level sigma yang dilakukan ialah sebesar 74%. Kemudian untuk mencapai target DPMO sebesar 3,4 *defect* dalam satu juta kemungkinan, penurunan yang dilakukan sebesar 100%. Perusahaan perlu merancang ulang strategi peningkatan kualitas yang terstruktur, mulai dari identifikasi akar penyebab cacat hingga implementasi tindakan perbaikan secara menyeluruh.

4.2.3 Analyze

Tahap analyze merupakan tahap menganalisis data yang telah diolah dari departemen sebelumnya untuk diidentifikasi akar penyebab terjadinya masalah. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap *defect* tertinggi, dimana akan digunakan diagram pareto dan *Root Cause Analysis* (RCA), dimana pada tahap ini digunakan tools yaitu *fishbone* diagram.

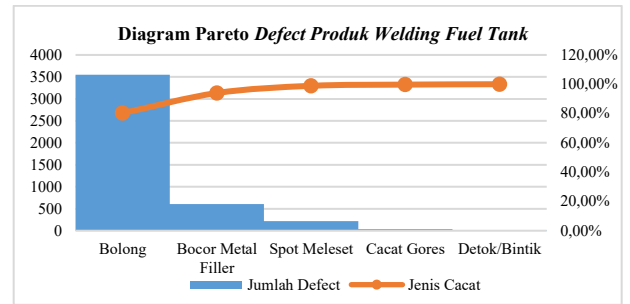
Identifikasi Defect Tertinggi

Identifikasi terhadap *defect* tertinggi diperlukan untuk mengetahui sumber utama masalah yang dapat mengakibatkan dampak yang signifikan terhadap kualitas produk. Berikut persentasing.

Tabel 2 Persentase Jenis Defect Fuel Tank Produk A

Jenis Defect	Jumlah Defect	Persentase	Persentase Kumulatif
Bolong	3548	80,29%	80,29%
Bocor Metal Filler	606	13,71%	94,00%
Spot Meleset	217	4,91%	98,91%
Cacat Gores	36	0,81%	99,73%
Detok/Bintik	12	0,27%	100,00%
Total	4419		

Berikut merupakan diagram pareto berdasarkan persentase tabel yang disusun atau 5.8.

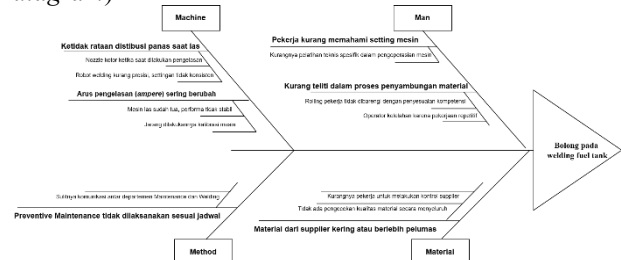


Gambar 6 Pareto Diagram

Berdasarkan gambar 6, diagram diatas diketahui bahwa *defect* tertinggi diperoleh pada *defect* bolong dengan persentase sebesar 80,29%. Dilanjutkan dengan bocor *metal filler*, *spot* meleset, cacat gores, dan *defect* detok atau bintik.

Analisis Penyebab Defect Tertinggi

Berdasarkan gambar 5 pareto diagram, telah diketahui bahwa jenis *defect* tertinggi adalah bolong dengan persentase 80,29%. Jenis *defect* ini akan dilakukan analisis menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone* diagram).

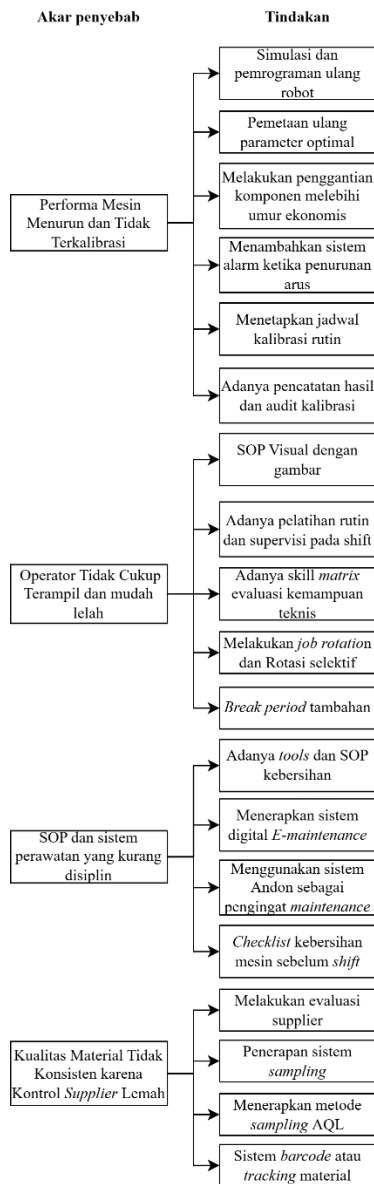


Gambar 7 Fishbone Diagram

Pada gambar 7 diatas terlihat bahwa permasalahan produk *defect* tersebut meliputi empat faktor, yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), dan *Material* (Bahan Baku). Faktor mesin masalah seperti ketidakrataannya distribusi panas saat melakukan las dan arus yang berubah saat sedang dilakukan las, pada faktor manusia disebabkan oleh ketrampilan operator dan kurangnya ketelitian akibat kelelahan sehingga berakibat pada *human error*, dan pada kategori material, dimana material dari *supplier* kering dan menyebabkan pengelasan tidak optimal. Kemudian pada faktor *method* dimana perlakuan *preventive maintenance* tidak sesuai dengan jadwal dan mengakibatkan mesin sering kali terganggu. Sehingga dapat disimpulkan beberapa akar permasalahan yaitu performansi mesin yang menurun dan tidak terkalibrasi, oprator tidak cukup terampil, SOP dan sistem perawatan yang kurang disiplin, serta kualitas material yang tidak konsisten karena kontrol *supplier* lemah.

4.2.3 Improve

Pada tahap *improve* dilakukan saran perbaikan terhadap permasalahan pada jenis *defect* yang sudah dianalisis, pada tahap ini rancangan perbaikan berdasarkan pada diagram *fishbone* dengan menggunakan *tools tree* diagram.



Gambar 8 Tree Diagram Improvement

Berdasarkan gambar 8. yaitu *tree diagram* dengan akar permasalahan berdasarkan jenis *defect* tertinggi yaitu bolong pada *fuel tank* pada proses *auto metal filler*. **Tindakan perbaikan pada performa mesin menurun dan tidak terkalibrasi**

Ketika robot *welding* kurang presisi atau adanya setting yang tidak konsisten dapat disebabkan oleh parameter yang tidak optimal, sensor yang tidak akurat, atau pergerakan robot yang tidak stabil. Pemrograman ulang robot dan pemetaan parameter ulang dapat dilakukan, serta kalibrasi rutin sangat direkomendasikan. Kemudian, pada mesin las sudah tua dan tidak stabil, dimana performa mesin sudah melewati masa pakai dan akhirnya menyebabkan adanya fluktuasi arus, ketidakkonsistenan panas, dan potensi kerusakan pada las. Tindakan yang dapat dilakukan ialah melakukan penggantian atau

pembaharuan komponen pada mesin. Penambahan sistem alarm dan andon pendeteksi penurunan arus atau tegangan las secara *real time*. Serta, jarangya dilakukan kalibrasi mesin dapat menyebabkan peralatan tidak lagi sesuai dengan spesifikasi awal. ISO 90001:2015 klausul 7.1.5, menyatakan bahwa organisasi harus menyediakan sumberdaya yang dibutuhkan untuk memastikan hasil yang valid dan andal ketika pengukuran digunakan untuk memverifikasi produk. Maka, perlu ditetapkan penjadwalan kalibrasi rutin dan dilakukan pencatatan hasil serta audit kalibrasi perlu dilakukan secara periodik.

Operator tidak cukup terampil dan mudah lelah

Perlu adanya SOP visual yang mencakup penggambaran parameter *setting* dan alur kerja, serta pelatihan teknis yang dilakukan secara berkala, adanya supervisi juga diperlukan agar memastikan operator patuh terhadap SOP yang telah ditetapkan. Kemudian dilakukannya *rolling* pekerja tanpa adanya evaluasi merupakan salah satu penyebab terjadinya *defect*, dimana apabila rotasi kerja dilakukan tanpa mempertimbangkan *skill*, maka dapat menimbulkan inefisiensi juga kesalahan kerja. Oleh karena itu, diperlukan sistem *skill matrix* yang mendokumentasi kemampuan setiap operator seperti pada gambar 10.



Gambar 9 Skill Matrix
(Sumber: creatly.com)

SOP dan sistem perawatan yang kurang disiplin

Pembersihan *Nozzle* secara teratur, menggunakan *wire brush*, cairan anti *spatter*, ataupun membuat SOP khusus untuk memuat standar kebersihan. *Checklist* harian dapat menjadi salah satu tindakan untuk memastikan *Nozzle* dibersihkan. Kemudian pada komunikasi antar departemen *maintenance* dan *welding* yang sulit, dapat menyebabkan kerusakan mesin dan *downtime* karena *maintenance* yang dilakukan tidak rutin. Penerapan sistem *e-maintenance* berbasis komputer, juga sistem andon sebagai reminder pada jadwal dapat meningkatkan kedisiplinan perawatan. Adanya visualisasi jadwal pada area kerja dapat memperkuat kesadaran teknisi terhadap tanggung jawab mereka

Kualitas Material Tidak Konsisten karena Kontrol Supplier Lemah

Penambahan staf QC, pelatihan parameter inspeksi, serta dilakukannya sistem sampling pada material yang masuk sangat diperlukan. Evaluasi performa *supplier* juga diperlukan untuk meningkatkan kepatuhan pada standar mutu yang telah ditetapkan. Tidak adanya

pengecekan kualitas material secara menyeluruh mengakibatkan kualitas material yang tidak terkontrol dengan baik dan mengakibatkan *defect* pada proses produksi *welding fuel tank*. Penerapan metode sampling berbasis AQL (*Acceptable Quality Level*) dan sistem tracking akan mengurangi risiko material *defect*. Adapun metode sampling merujuk pada MIL-STD-105E yang memberikan panduan *sampling* berdasarkan tingkat risiko untuk ukuran lot pada *sampling* atribut

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada proses produksi *welding fuel tank* diketahui terdapat 5 jenis *defect* yaitu bolong, spot meleset, bocor *metal filler*, cacat gores, dan detok/bintik. Jenis-jenis *defect* tersebut dapat menyebabkan kerugian yang signifikan apabila tidak dikontrol. Jenis *defect* bolong terdapat sebanyak 3548 unit, kemudian *defect spot* meleset sebesar 217 unit, bocor *metal filler* terdapat sebesar 606 unit, cacat gores sebesar 36 unit, dan detok/bintik sebesar 12 unit pada bulan Oktober 2024 sampai Januari 2025. Pengendalian kualitas diprioritaskan kepada persentase *defect* tertinggi, dimana pada analisis diagram pareto diperoleh bahwa *defect* bolong memberikan persentase tertinggi yaitu sebesar 80,29% dari seluruh kuantitas *defect*, sehingga diperlukan pengendalian kualitas segera untuk *defect* bolong.

Setelah dilakukan analisis terhadap *defect* tertinggi menggunakan *fishbone diagram* diperoleh bahwa terdapat beberapa akar penyebab yang mengakibatkan adanya *defect* bolong, dimana pada faktor mesin yaitu adanya ketidakrataan distribusi panas saat las, dikarenakan *Nozzle* kotor ketika dilakukan pengelasan dan robot *welding* yang kurang presisi karena *setting* yang tidak konsisten. Kemudian adanya arus pengelasan yang berubah dikarenakan mesin las yang sudah tua dan jarang dilakukannya kalibrasi pada mesin. Kemudian pada faktor *method* dimana *preventive maintenance* tidak dilaksanakan sesuai dengan jadwal dikarenakan sulitnya komunikasi antar departemen *maintenance* dan *welding*. Pada faktor manusia pekerja kurang memahami *setting* pada mesin karena kurangnya pelatihan spesifik dalam pengoperasian mesin. Selain itu adanya pekerja yang kurang teliti dalam proses penyambungan material dikarenakan *rolling* pekerja tidak dievaluasi dengan penyesuaian kompetensi dan operator yang kelelahan akibat pergerakan yang repetitif. Pada faktor material dimana material yang diberikan supplier kering atau kelebihan pelumas, hal ini dikarenakan kurangnya pekerja untuk melakukan kontrol *supplier* dan tidak ada pengecekan kualitas material secara menyeluruh.

1. Berdasarkan hasil analisis penyebab utama *defect*, usulan perbaikan efektif dapat disusun untuk meningkatkan kualitas produk *welding fuel tank* produk A dan mencapai performa

produksi yang lebih baik. Berdasarkan *tree diagram analysis* terdapat solusi yang diberikan untuk setiap akar penyebab. Seperti pada performa mesin menurun dan tidak terkalibrasi maka dilakukan simulasi dan pemetaan ulang penggantian komponen, penambahan andon dan kalibrasi rutin. Kemudian pada oprator tidak cukup terampil dan mudah lelah, maka dilakukan SOP visual, pelatihan rutin, *skill matrix* evaluasi, *job rotation*, *break period* tambahan. Pada SOP dan sistem perawatan yang kurang disiplin, maka dilakukan adanya *tools* dan SOP kebersihan, menerapkan sistem *e-maintenance* dan andon, checklist kebersihan. Pada kualitas material tidak konsisten karena kontrol supplier lemah, dimana diberi solusi kurangnya pekerja untuk melakukan kontrol *supplier* dilakukannya evaluasi *supplier* dan penerapan *sampling*. Untuk tidak adanya pengecekan kualitas material secara menyeluruh diterapkan metode sampling AQL dan sistem *barcode* atau *tracking* material,

Daftar Pustaka

- Caesaron, D., & Tandianto. (2015). PENERAPAN METODE SIX SIGMA DENGAN PENDEKATAN DMAIC PADA PROSES HANDLING PAINTED BODY BMW X3 (STUDI KASUS: PT. TJAHJA SAKTI MOTOR) . *Jurnal PASTI Volume IX*, 248-256.
- Firmansyah, R., & Yuliarty, P. (2020). Implementasi Metode DMAIC pada Pengendalian Kualitas Sole Plate di PT Kencana Gemilang . *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri*, 167-180.
- Jamaliyah, R. A., & Aristriyana, E. (2020). PENGUKURAN KERJA PEGAWAI UNTUK OPTIMALISASI PRODUKSI OTAK-OTAK DENGAN METODE TIME STUDY PADA UKM PUTRA AR KABUPATEN CIAMIS. *JURNAL INDUSTRIAL GALUH*, 35-44.
- Puspasari, A., & Mustomi, D. (2019). Proses Pengendalian Kualitas Produk Reject dalam Kualitas Kontrol Pada PT. Yasufuku Indonesia Bekasi. *Widya Cipta, Volume 3*, 71-78.

- Putra, R., & Irwan, H. (2024).
IMPLEMENTASI METODE DMAIC
UNTUK MENGURANGI CACAT
PRODUK HE-EC2 DI PT PIB. *Sigma
Teknika*, 62-67.
- Tajuddin, T., & Ahistasari, A. (2020).
ANALISIS QUALITY CONTROL
PADA PRODUKSI AMDK 240 ml
DENGAN METODE SEVEN TOOLS
DI CV. TIRTA DWIMAS SORONG.
Metode Jurnal Teknik Industri Vol 6 ,
55-62.