



Artikel Penelitian

Analisis Pengendalian Kualitas Produk Konstruksi Baja untuk Jembatan Menggunakan Metode *Six Sigma DMAIC* di Pabrik Fabrikasi Baja

Ifa Saidatuningtyas¹, Muhammad Alde Rizal²

¹ Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kota Depok, 16421, Indonesia

² Politeknik APP Jakarta, Jl. Timbul No. 34, Jakarta Selatan, 12630, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 15 April 2023
Direvisi : 08 Juni 2023
Diterbitkan : 01 Agustus 2023

KATA KUNCI

cause and effect diagram, diagram pareto, quality, *Six Sigma DMAIC*, steel

KORESPONDENSI

E-mail Author Korespondensi:
alderizal29@gmail.com

A B S T R A K

PT XYZ menemukan produk baja yang mengalami cacat pada saat proses pemeriksaan hasil trial *Assembly* proyek. Pengendalian kualitas diperlukan untuk membantu perusahaan dalam meminimasi kerugian akibat kecacatan dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. PT XYZ divisi fabrikasi baja menemukan produk baja yang mengalami cacat pada saat proses inspeksi atau pemeriksaan hasil trial *Assembly* proyek berkisar pada 6,4% sampai maksimum pada 70%. Adanya produk cacat dalam produk baja akan menyebabkan pemborosan pada perusahaan karena akan terbuang. Untuk menanggulangi permasalahan adanya produk cacat tersebut perlu dilakukan analisis pengendalian kualitas menggunakan metode *Six Sigma DMAIC* untuk mengurangi tingkat kecacatan pada PT XYZ divisi fabrikasi baja tersebut. *Six Sigma DMAIC* merupakan metodologi yang memberikan kontribusi pada manajemen kualitas dengan tujuan mencegah terjadinya kesalahan. Berdasarkan analisis CTQ dan VOC diketahui bahwa kesalahan produksi merupakan kriteria paling mempengaruhi kualitas menurut pendapat konsumen. Tiga jenis kecacatan yang disebabkan kesalahan produksi adalah jenis *GAP*, visual produk, dan visual las. Berdasarkan diagram pareto didapatkan cacat pada visual produk merupakan kecacatan produk tertinggi (56%). Analisis *fishbone* penyebab kecacatan produk baja visual produk menunjukkan elemen *material*, *man*, *methods*, dan *machines* berperan menimbulkan terjadinya kecacatan. Tahap *Improve* yang dihasilkan dari *brainstorming* dengan pihak yang berwenang dengan memberikan usulan solusi pada masing-masing elemen.

PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan anak perusahaan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang konstruksi. PT XYZ memiliki berbagai bidang usaha yang meliputi jasa konstruksi proyek pembangunan seperti bangunan gedung, *tower*, jembatan (jembatan kereta api, jembatan rangka, jembatan panel, jembatan gantung, dan jembatan komposit), struktur, dan platform. PT XYZ divisi fabrikasi baja memproduksi produk baja untuk memenuhi segala kebutuhan yang ada diseluruh Indonesia.

Saat ini, PT XYZ mendapatkan tekanan besar untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan kualitas (Smętkowska & Mrugalska, 2018). Kualitas merupakan salah satu poin yang dipertimbangkan dalam memilih suatu produk, selain aspek harga yang bersaing (Dermawan et al., 2021). Kualitas diartikan sebagai karakteristik suatu

produk yang ditetapkan perusahaan, memuaskan kebutuhan yang sesuai spesifikasi atau ketetapan (Fithri, 2019) dan keinginan konsumen (Ekawati & Rachman, 2017). Kualitas produk yang baik merupakan produk yang bebas cacat (Ekawati & Rachman, 2017). Keberadaan produk cacat juga dialami pada kegiatan produksi PT XYZ divisi fabrikasi baja.

PT XYZ divisi fabrikasi baja menemukan produk baja yang mengalami cacat pada saat proses inspeksi atau pemeriksaan hasil trial *Assembly* proyek. Cacat produk baja yang dialami diantaranya adalah cacat *gap*, visual las, dan visual produk. Banyaknya produk baja cacat yang diproduksi setiap bulannya berfluktuatif, dengan minimumnya adalah 6,4% dan maksimum pada 70%. Produk yang masuk kategori cacat di sini terdiri dari produk yang tidak sesuai dengan kriteria standar fabrikasi, produk mempunyai toleransi ukuran yang tidak sesuai dengan *design* yang konsumen pesan, adanya



penyimpangan produk yang tidak sesuai dengan standar, dan jenis kecacatan lainnya.

Produk baja yang termasuk pada kategori cacat dan tidak lolos *Quality Control* (QC) dalam produk baja akan menyebabkan permasalahan lainnya. Beberapa permasalahan yang ditimbulkan dari kecacatan produk tersebut antara lain jadwal (*schedule*) yang sudah dibuat selalu terlambat dari realisasi pengerjaan yang ada, ruang kerja (*space*) akan penuh dan tidak dapat lagi untuk melakukan proses fabrikasi proyek lainnya, terlambatnya jadwal pengiriman, biaya yang dikeluarkan lebih besar dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang sudah disusun, turunnya kualitas kerja perusahaan karena dianggap tidak kompeten dalam hal proses inspeksi, membuat konsumen tidak puas terhadap pelayanan yang ditawarkan oleh pihak perusahaan, dan hilangnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan. Selain itu, produk cacat menyebabkan pemborosan pada perusahaan karena akan terbuang dan atau memerlukan pengerjaan ulang (Ekawati & Rachman, 2017). Adanya produk cacat juga memperlihatkan perlu adanya pengendalian kualitas (*quality control*) untuk meningkatkan efektivitas pengendalian dalam mencegah terjadinya produk cacat (*defect prevention*).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis tingkat kecacatan adalah metode *Six Sigma*. Metode *Six Sigma* bukanlah sebuah metode baru, metode ini pertama kali muncul dan digunakan pada perusahaan Motorola pada tahun 1980an (B. R. Krishnan & Prasath, 2014) dan *General Electric* (GE) (Soundararajan & Janardhan Reddy, 2019). Sejak itu, *Six Sigma* mulai aktif digunakan pada perusahaan, *transactional*, dan proses manufaktur tahun 1990an (Tong et al., 2004). *Six Sigma*

merupakan metode yang telah terbukti dapat mengurangi biaya, meningkatkan *cycle times*, mengeliminasi kecacatan, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan secara signifikan meningkatkan keuntungan (Tong et al., 2004), (Prashar, 2014).

Konsep dari *Six Sigma* mengizinkan perusahaan untuk melakukan kesalahan kurang dari 3.4 *Defects per Million Opportunities* (DPMO) (Smętkowska & Mrugalska, 2018). Untuk mewujudkan kesalahan kurang dari 3.4 DPMO, terdapat dua pendekatan *Six Sigma* yaitu dengan mengaplikasikan *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control* (DMAIC) (Srinivasan et al., 2016) atau dengan *Design for Six Sigma* (DFSS) (Marques & Requeijo, 2009). *Six Sigma DMAIC* memiliki fungsi tujuan mencegah terjadinya kesalahan. Metode *Six Sigma DMAIC* merupakan serangkaian prosedur yang memberikan kontribusi pada manajemen kualitas (De Mast & Lokkerbol, 2012) menggunakan alat statistik (Fithri, 2019) (Dermawan et al., 2021) (Caesaron, 2015) dan non statistik (Thanhdut et al., 2016). Metode *Six Sigma DMAIC* bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan dan dapat mencari usulan perbaikan agar kecacatan tersebut dapat diminimalisasi (Dermawan et al., 2021). Selain itu, metode *Six Sigma DMAIC* dapat digunakan untuk meningkatkan proses yang telah dilakukan di perusahaan.

Penelitian menggunakan metode *Six Sigma DMAIC* telah banyak dilakukan dan secara garis besar dibedakan menjadi tiga kategori berdasarkan objek kajiannya, yaitu di sektor manufaktur, sektor jasa (*service*), dan *unconventional sectors* (Srinivasan et al., 2016). Beberapa penelitian menggunakan metode *Six Sigma DMAIC* pada bidang manufaktur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian *Six Sigma DMAIC* pada bidang manufaktur

<i>Paper</i>	<i>Study Domain</i>	<i>Tools And Methodology</i>
(Kaushik et al., 2012)	<i>Small and medium-sized manufacturing</i>	<i>DMAIC, process map, SIPOC, process capability analysis, fishbone diagram, two-sample t-test, Control chart,</i>
(Jirasukprasert et al., 2012)	<i>Rubber gloves manufacturing</i>	<i>DMAIC, process map, project charter, VOC, pareto chart, process flowchart, Cause and effect diagram, ANOVA</i>
(De Mast & Lokkerbol, 2012)	<i>Paper manufacturing</i>	<i>DMAIC, process map, Cause and effect diagram</i>
(Prashar, 2014)	<i>Component of transport helicopters manufacturing</i>	<i>DMAIC, CTQ, SIPOC, process map, Cause and effect diagram, pareto, FMEA, Control chart</i>
(Caesaron, 2015)	<i>Automotive Component manufacturing</i>	<i>DMAIC, CTQ, Control chart, DPMO, pareto diagram, Cause and effect diagram, FMEA,</i>
(Naeem et al., 2016)	<i>Steel bar manufacturing</i>	<i>DMAIC, process map, Control chart, process capability, pareto diagram</i>
(Gunawan & Tannady, 2016)	<i>Health equipment manufacturing</i>	<i>DMAIC, process flowchart, Control chart, DPMO, process sigma calculation</i>
(Girmanová et al., 2017)	<i>Metallurgy manufacturing</i>	<i>DMAIC, SIPOC, DPMO, FMEA, pareto diagram, Cause and effect diagram,</i>
(Ekawati & Rachman, 2017)	<i>Automotive Component manufacturing</i>	<i>DMAIC, project charter, SIPOC, pareto diagram, Control chart, CTQ, DPMO, Cause and effect diagram, FMEA</i>

<i>Paper</i>	<i>Study Domain</i>	<i>Tools And Methodology</i>
(Gupta et al., 2018)	<i>Tire manufacturing</i>	<i>DMAIC, process capability analysis, Control chart Cause and effect diagram</i>
(Hakimi et al., 2018)	<i>Plain yogurt manufacturing</i>	<i>DMAIC, SIPOC, Cause and effect diagram, histogram, scatter diagram,</i>
(Smętkowska & Mrugalska, 2018)	<i>Paper manufacturing</i>	<i>DMAIC</i>
(Soundararajan & Janardhan Reddy, 2019)	<i>SMEs</i>	<i>DMAIC, Cause and effect diagram, FMEA,</i>
(C.R & Thakkar, 2019)	<i>Telecommunication cabinet door manufacturing</i>	<i>DMAIC, process flowchart, pareto, project charter, SIPOC, Control Chart, process capability analysis, DPMO, Cause and effect diagram</i>
(Fithri, 2019)	<i>Fabric manufacturing</i>	<i>DMAIC, data collection plan, CTQ, Control chart, Cause and effect diagram, FMEA, DPMO, process sigma calculation</i>
(Bhargava & Gaur, 2021)	<i>Bearing manufacturing</i>	<i>DMAIC, data collection plan, Control chart, process capability analysis, Cause and effect diagram, brainstorming</i>
(Irwanto et al., 2020)	<i>Automotive Component manufacturing</i>	<i>DMAIC, histogram, data collection plan, SIPOC, CTQ, pareto diagram, Control chart, DPMO, process sigma calculation, Cause and effect diagram</i>
(Trenngonowati et al., 2020)	<i>Steel manufacturing</i>	<i>DMAIC, project charter, SIPOC, DPMO, process sigma calculation, Control chart, Cause and effect diagram, FMEA, 5why</i>
(Dermawan et al., 2021)	<i>Souvenir home industry</i>	<i>DMAIC, histogram, pareto diagram, CTQ, DPMO, Cause and effect diagram, 5why</i>
(Setiawannie et al., 2021)	<i>Iron ore smelting manufacturing</i>	<i>DMAIC, CTQ, Control chart, pareto diagram, DPMO, process sigma calculation, Cause and effect diagram</i>
(Kurnia et al., 2022)	<i>Elastic tape manufacturing</i>	<i>DMAIC, pareto diagram, CTQ, process sigma calculation, Cause and effect diagram, FMEA, 5why</i>

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, penelitian menggunakan metode *Six Sigma DMAIC* pada perusahaan besi baja telah dilakukan sebelumnya oleh (Setiawannie et al., 2021) dan (Trenngonowati et al., 2020). Perbedaan pada penelitian ini terletak pada jenis baja yang dihasilkan secara spesifik diproduksi untuk keperluan bidang konstruksi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menjelaskan pengaplikasian metode *Six Sigma DMAIC* untuk mengurangi tingkat kecacatan pada perusahaan bidang konstruksi dengan studi kasus di PT XYZ divisi fabrikasi baja. Penelitian ini memberikan kontribusi pada penambahan pengetahuan dan pengaplikasian *Six Sigma*

DMAIC pada perusahaan bidang konstruksi khususnya pada proses produksi baja konstruksi.

METODE

Six Sigma DMAIC sering dideskripsikan sebagai metodologi untuk menyelesaikan permasalahan (De Mast & Lokkerbol, 2012), (R. Krishnan & Prasath, 2013). *Six Sigma* membutuhkan *tools* yang digunakan secara sistematis (Naeem et al., 2016). Metode dan Teknik yang digunakan dalam analisis *Six Sigma DMAIC* dapat dilihat pada Tabel 2 (Thanhdad et al., 2016), (B. R. Krishnan & Prasath, 2014) dan (Girmanová et al., 2017).

Tabel 2. Metode dan Teknik *Six Sigma DMAIC*

Fase Proyek	Deskripsi	Tools dan Teknik
<i>Define</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mendefinisikan target dari aktivitas peningkatan • Mendefinisikan kondisi terkini • Mendefinisikan permasalahan dan mengidentifikasi kecacatan 	<i>Project charter, stakeholder analysis, process flowchart, SIPOC diagram, CTQ definitions, Voice of the customer gathering, DMAIC Work breakdown structure</i>
<i>Measure</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengumpulan data • Mengidentifikasi kemungkinan penyebab kecacatan • Mengukur secara valid dan reliabel dari sistem yang ada 	<i>Process flowchart, Data collection plan, benchmarking, measurement system analysis, Voice of Customer gathering, process sigma calculation</i>
<i>Analyze</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis sistem untuk mengidentifikasi langkah-langkah untuk mengeliminasi gap yang muncul • Melakukan identifikasi berdasarkan data-data yang dimiliki • Mengidentifikasi hubungan antar variable yang dimiliki 	<i>Histogram, pareto chart, time series/run chart, scatter plot, regression analysis, Cause and effect/fishbone diagram, 5 whys, process map review and analysis, statical analysis</i>

<i>Improve</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menilai penyebab permasalahan terbesar • Meningkatkan sistem 	<i>Brainstorming, mistake proofing, design of experiment, QFD/House of Quality, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), Simulation Software</i>
<i>Control</i>	Melakukan kontrol pada sistem yang baru	<i>Process sigma calculation, Control chart, Control plan</i>

Berdasarkan penjelasan metode dan teknik dalam analisis *Six Sigma DMAIC* pada Tabel 2, tahapan yang dilakukan pada penelitian ini antara lain:

a. Tahap *Define*

Pada tahap *Define* ini peneliti mendefinisikan adanya temuan produk yang mengalami cacat atau tidak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan oleh customer atau pelanggan di PT XYZ. Adapun tools yang digunakan pada tahap ini adalah:

1. Diagram *SIPOC*

Diagram *SIPOC* digunakan untuk menggambarkan proses pada sistem makro dan dapat juga digunakan pada tingkat yang lebih detail yaitu sub-proses (Marques & Requejio, 2009). *SIPOC* digunakan untuk menggambarkan proses dari tahapan awal sampai barang sampai ke konsumen untuk mengetahui pangkal permasalahannya menggunakan diagram *SIPOC*. *SIPOC* bermanfaat untuk mengidentifikasi permasalahan pada proses manufaktur, konsumen internal maupun eksternal, keinginan konsumen, input dan output pada tahap proses (Nicoletti, 2013).

2. *Voice of Customer* (VOC)

Pengumpulan *Voice of Customer* (VOC) yang kemudian diaplikasikan dalam mengidentifikasi parameter *Critical to Quality* (CTQ).

3. *Critical to Quality* (CTQ)

Analisis CTQ ditujukan untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas yang berhubungan dengan preferensi konsumen.

b. Tahap *Measure*

Pada tahap pengukuran fokus utama yang dilakukan adalah melakukan pengukuran data. Pada tahap pengukuran ditentukan karakteristik utama dari proses yang diamati dan parameter-parameter yang berpotensi untuk diperbaiki (Ponsiglione et al., 2021). Pada tahap ini dilakukan pengukuran sigma dan *Defects per Million Opportunities* (DPMO). DPMO merupakan nilai yang digunakan untuk melihat berapa banyak kesalahan yang muncul ketika kegiatan diulang satu juta kali (Ekawati & Rachman, 2017). Persamaan untuk menghitung nilai DPMO dapat dilihat pada persamaan (1) (Irwanto et al., 2020).

$$DPMO = D / (U \times O) \times 1.000.000 \quad (1)$$

Keterangan:

DPMO : *Defect Per Million Opportunities*

Brainstorming, mistake proofing, design of experiment, QFD/House of Quality, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), Simulation Software

Process sigma calculation, Control chart, Control plan

D : Jumlah cacat

U : Jumlah unit

O : Kesempatan/Potensi terjadinya cacat

Perhitungan nilai sigma menggunakan bantuan dari Microsoft excel dengan menggunakan persamaan (2) (Irwanto et al., 2020).

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV}((1.000.000 - \text{DPMO}) / 1.000.000) + 1.5 \quad (2)$$

c. Tahap *Analyse*

Pada tahap analisis dilakukan identifikasi penyebab yang dapat dialihkan yang bertanggung jawab atas kualitas atau variabilitas yang buruk dalam proses yang ada (Bhargava & Gaur, 2021). Adapun tools yang digunakan pada tahap ini adalah:

1. Diagram Pareto

Pada tahap ini ditampilkan diagram pareto untuk kecacatan produk baja pada saat proses pemeriksaan hasil trial *Assembly*. Diagram Pareto menggambarkan hubungan antara 20% penyebab dan 80% hasil (Caesaron, 2015).

2. *Cause and effect diagram* (*Fishbone diagram*)

Identifikasi masalah penyebab cacat visual produk dibantu dengan *fishbone diagram* atau diagram sebab akibat. *Cause and effect diagram* digunakan untuk menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan yang mempengaruhi permasalahan kualitas (Caesaron, 2015).

d. Tahap *Improve*

Pada tahap *Improve*, dilakukan kegiatan *brainstorming* dengan pihak yang terlibat pada proses produksi. Kegiatan *brainstorming* digunakan untuk mendapatkan usulan perbaikan dengan lebih detail dari pihak yang memang berkaitan secara langsung pada proses produksi.

e. Tahap *Control*

Pada tahap kontrol dilakukan penyesuaian terhadap manajemen proses dan sistem kontrol agar perbaikan berkelanjutan (De Mast & Lokkerbol, 2012). Tahap *Control* merupakan tahapan penilaian hasil dari proses perbaikan yang telah diaplikasikan kepada sistem kajian dan merupakan tahap monitoring (Girmanová et al., 2017). Penelitian yang dilakukan oleh penulis terbatas kepada memberikan usulan solusi yang dihasilkan dari proses menelaah proses kerja di perusahaan PT XYZ dengan keputusan langkah

perbaikan yang diserahkan sepenuhnya kepada pihak perusahaan. Oleh karena itu, tahapan *Control* tidak dilakukan pada penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari hasil observasi di PT XYZ dengan data terkumpul pada satu periode tertentu. Data utama yang dibutuhkan adalah data produksi, data kecacatan, dan proses produksi di perusahaan.

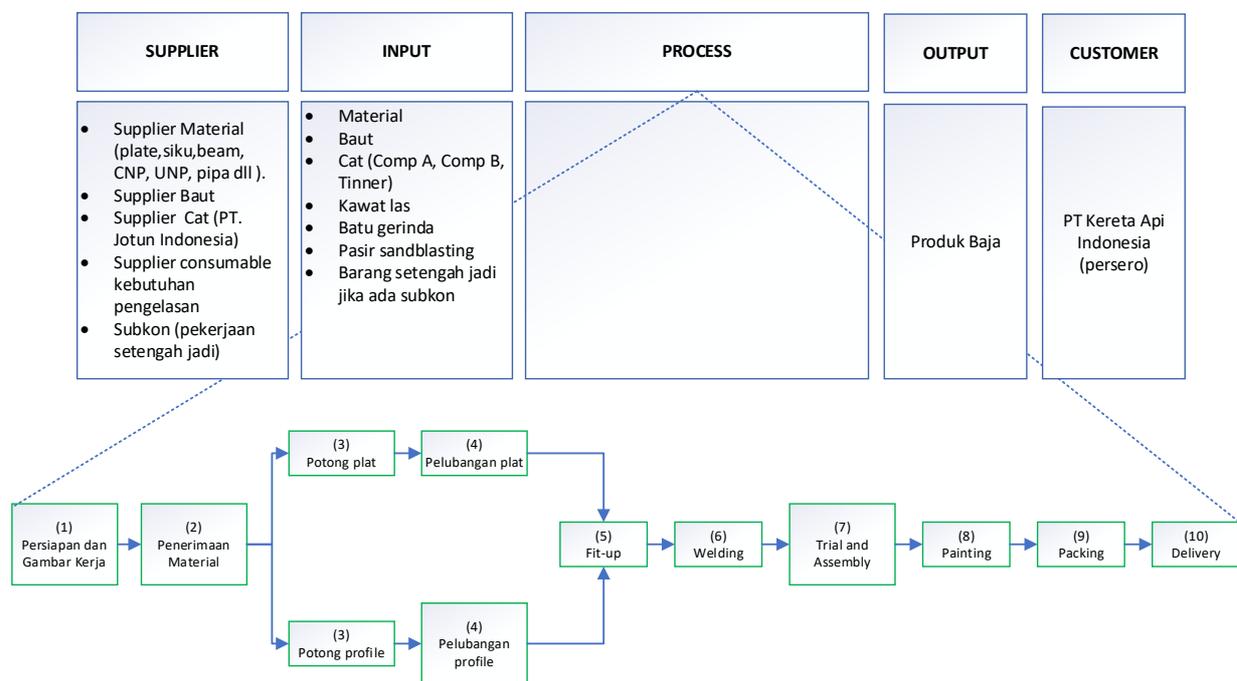
HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *Six Sigma DMAIC* pada PT XYZ antarlain:

a. Tahap Define

Pada tahap *Define* ini peneliti mendefinisikan adanya temuan produk yang mengalami cacat atau tidak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan oleh customer atau pelanggan di PT XYZ. Pada proses produksi diketahui terdapat produk cacat sebesar dengan total 12,3% selama periode pengamatan, dengan kecacatan minimum yang terjadi selama satu bulan adalah 6,4% sampai maksimum pada 70%.

Melihat permasalahan yang terjadi dan proses pengendalian kualitas yang berlaku di perusahaan, maka perlu dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan diagram SIPOC. Diagram SIPOC digunakan menggambarkan alur SIPOC pada penanganan produk damage produk baja di bagian jalur khusus trial and assembly di PT XYZ. Adapun diagram SIPOC dari PT XYZ dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur SIPOC

Pada Gambar 1, dapat dilihat *supplier* pemasok bahan baku pembuatan produk baja, rincian bahan baku yang dibutuhkan, proses pembuatan produk baja, dan konsumen dari PT XYZ. Berdasarkan diagram SIPOC pada Gambar 1 diketahui penemuan barang cacat terjadi pada tahap (7) *trial and assembly* sehingga proses identifikasi pencarian akar permasalahan akan dilakukan pada tahapan (1) persiapan dan gambar kerja sampai dengan tahap (6) *welding*.

Setelah pembuatan *SIPOC*, dilanjutkan dengan pengumpulan *Voice of Customer (VOC)* yang kemudian diaplikasikan dalam mengidentifikasi parameter *Critical to Quality (CTQ)*. *Voice of Customer (VOC)* dari PT XYZ antara lain:

a. Barang yang dikirim sesuai dengan spesifikasi dari owner;

DOI: [10.52330/jtm.v21i2.110](https://doi.org/10.52330/jtm.v21i2.110)

- Tidak ada produk yang dikerjakan berulang-ulang;
- Tidak ada produk yang cacat setelah dikirim;
- Tidak ada produk yang jumlahnya kurang;
- Barang yang dikirim harus sudah sesuai dengan apa yang tercantum pada dokumen report.

Setelah mengetahui *VOC*, proses analisis dilanjutkan dengan *Critical to Quality (CTQ)*. Identifikasi *CTQ* dikembangkan melalui spesifikasi yang bersumber dari *Voice of Customer* dan standar spesifikasi yang ada di perusahaan.

Berdasarkan *VOC* terdapat lima hal yang menurut konsumen PT XYZ penting yaitu spesifikasi produk yang sesuai, ketepatan pengiriman, dan jumlah barang yang diterima sesuai. Berdasarkan analisis pada *SIPOC* di mana ditemukan permasalahan pada tahap (7) *trial and assembly* maka berdasarkan *VOC* titik berat yang diharapkan konsumen adalah barang sesuai dengan spesifikasi yang

telah diberikan oleh owner. Spesifikasi produk yang dipesan ke perusahaan mencakup gambar produk (visual produk), ukuran produk, gap maksimum dan minimum dari produk tersebut (gap), dan visual las yang diinginkan. Berdasarkan hal tersebut, adapun karakteristik dari *Critical to Quality* yang didapatkan adalah ketepatan spesifikasi produk (gap, visual las, visual produk).

b. Tahap *Measure*

Berdasarkan hasil analisis VOC dan CTQ, kesalahan produksi sebuah produk merupakan aspek yang dinilai kritis terhadap kualitas. Pada tahap ini dilakukan pengukuran sigma dan DPMO. Hasil perhitungan Sigma dan DPMO dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran Sigma dan *Defect per Opportunity* (DPO)

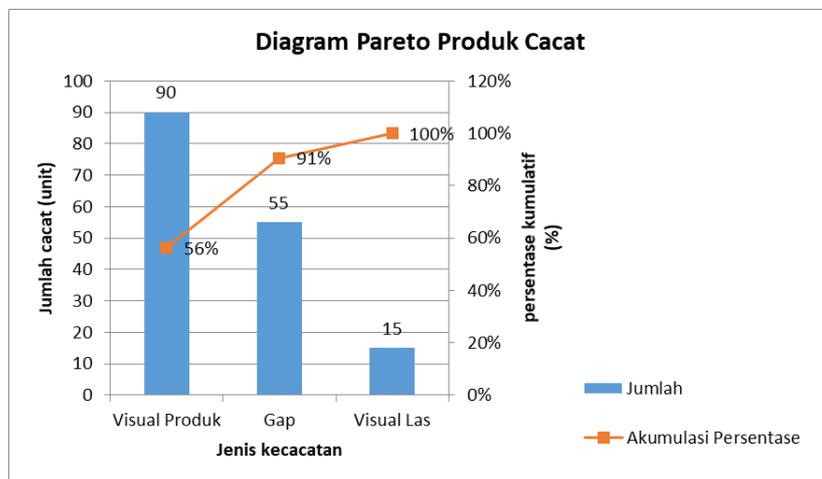
No	Bulan	Jumlah produk (unit)	Jumlah Produk Cacat	Jenis Cacat Produk			Kapabilitas Sigma	DPMO
				GAP	Visual Las	Visual Produk		
1	Desember	294	25	10	4	11	3,41	28.344,67
2	Januari	294	21	8	2	11	3,48	23.809,52
3	Februari	269	23	12	3	8	3,40	28.500,62
4	Maret	21	9	-	2	7	2,57	142.857,1
5	April	294	19	9	-	10	3,52	21.541,95
6	Mei	12	6	1	-	5	2,47	166.666,7
7	Juni	41	29	4	2	23	2,22	235.772,4
8	Juli	41	14	5	2	7	2,71	113.821,1
9	Agustus	35	14	6	-	8	2,61	133.333,3
Total		1.301	160	55	15	90		

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa kapabilitas sigma dan DPMO tertinggi ada pada bulan Juni dengan nilai 2,22 dan DPMO sebesar 235.772,4 dan terendah pada bulan April dengan nilai sigma 3,52 dan DPMO 21.541,95. Semakin kecil nilai sigma, maka semakin besar nilai kecacatan produk. Selain mengetahui nilai Sigma dan DPMO, pada Tabel 3 dapat dilihat 3 jenis kecacatan yang disebabkan

kesalahan produksi yaitu: jenis GAP, visual produk, dan visual las.

c. Tahap *Analyse*

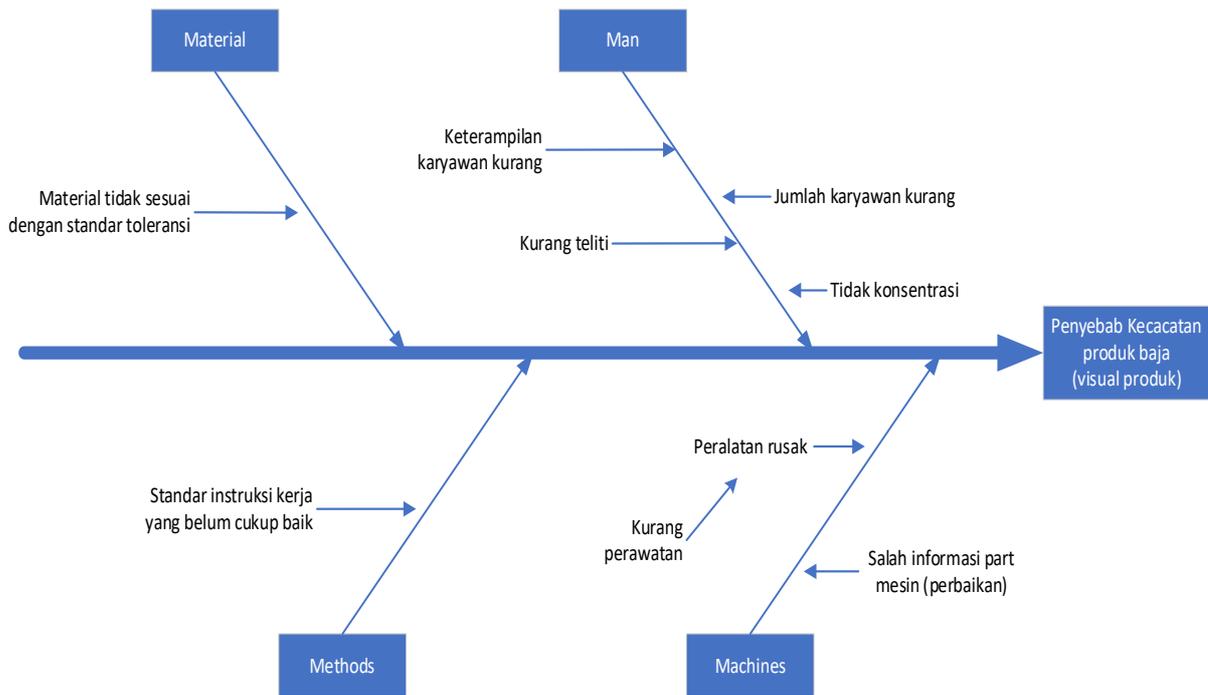
Diagram pareto untuk kecacatan produk baja pada saat proses pemeriksaan hasil trial *Assembly* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Pareto

Pada Gambar 2 diketahui bahwa jenis kecacatan baja terdiri dari visual las, gap, dan visual produk. Kecacatan tertinggi adalah cacat pada visual produk pada saat proses trial *Assembly* dengan total presentase sebesar 56,25%. Berdasarkan pengukuran diatas dapat diketahui jenis cacat visual produk yang menjadi prioritas untuk diperbaiki karena menduduki peringkat tertinggi pada diagram pareto.

Identifikasi masalah penyebab cacat visual produk dibantu dengan *fishbone diagram* atau diagram sebab akibat. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan cacat visual produk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram *Fishbone* Penyebab Kecacatan Produk Baja

Pada Gambar 3 dapat dilihat beberapa penyebab masalah cacat visual produk dari segi material, man, methods, dan machines. Adapun permasalahan dan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kecacatan terhadap produk baja cacat visual dari segi material adalah material yang digunakan seharusnya memiliki standar toleransi batas maksimum dan minimum ukuran produk. material ideal yang digunakan sebagai bahan baku berukuran ukuran 10mm sedangkan hasil pemeriksaan ditemukan material plat berukuran 9,20 mm. Pada segi man (tenaga kerja) terdapat jumlah karyawan yang kurang dan tenaga kerja yang ada saat ini beberapa memiliki keterampilan yang dan keahlian yang kurang. Kurangnya keahlian tenaga kerja disebabkan karena pekerja melakukan proses pembelajaran secara otodidak (belajar sendiri). Pada elemen methods (metode kerja) penyebab kecacatan disebabkan karena metode kerja yang digunakan dalam fabrikasi baja masih kurang efektif dan efisien. Idealnya

setiap tahap pengerjaan fabrikasi memiliki standar instruksi kerja (IK) yang seharusnya dilakukan. Pada fakta dilapangan, instruksi kerja (IK) jarang dipakai oleh para pekerja. Elemen terakhir yaitu machines (mesin), penyebab kecacatan adalah mesin yang digunakan sudah lama dipakai atau sudah tua, sehingga timbulnya kerusakan baik terhadap material yang akan diproduksi atau suku cadang mesin itu sendiri.

d. Tahap *Improve*

Pada tahap *Improve*, dilakukan kegiatan *brainstorming* dengan pihak yang terlibat pada proses produksi. Hasil dari *brainstorming* dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan kegiatan *brainstorming* didapatkan beberapa usulan yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas pada elemen *material*, *man*, *methods*, dan *machines*.

Tabel 4 Hasil *brainstorming*

Elemen	Masalah	Perbaikan
Material	Material kurang memiliki standar toleransi.	a. Menambah tahap QC plat material yang dikirimkan oleh vendor. b. Menetapkan batas toleransi material yang diminta kepada supplier. c. Dilakukan peninjauan MOU dengan vendor yang mensupply bahan plat baja.
<i>Man</i> (tenagakerja)	a. Jumlah karyawan kurang. b. Keterampilan dan keahlian tenaga kerja yang masih kurang. c. Kurangnya pengawasan dari atasan. d. Kurang teliti e. Pekerja salah memotong material.	a. Lebih spesifik dalam menentukan persyaratan dalam proses rekrutmen. b. Pekerja baru yang terlibat dalam proses produksi diberikan masa training sebelum diberikan tanggungjawab (jobdesk). c. Melakukan perhitungan beban kerja untuk menentukan jumlah pekerja ideal. d. Mencari dan menetapkan karyawan sesuai bidangnya, serta dilakukan penyuluhan dan pelatihan agar meningkatkan skill karyawan, dan

		<p>mengadakan program pelatihan bagi pekerja yang lama maupun yang baru secara berkala.</p> <p>e. Dibuat SOP untuk QC tahapan proses produksi.</p> <p>f. Memberikan pengarahan dan peringatan kepada pekerja apabila melakukan kesalahan.</p>
<i>Methods</i>	<p>a. Metode yang diterapkan kurang efektif dan efisien.</p> <p>b. Kurangnya pengawasan.</p> <p>c. Instruksi kerja kurang jelas.</p>	<p>a. Meninjau kembali metode yang tertera pada instruksi kerja (IK) yang sudah dijalankan sebelumnya agar metode yang dilakukan menjadi efektif dan efisien.</p> <p>b. Meningkatkan pengawasan kepada karyawan secara menyeluruh.</p> <p>c. Memberikan instruksi kerja secara tertulis dengan disertai penjelasan lisan secara terperinci yaitu dengan melaksanakan <i>briefing</i> secara rutin kerja.</p>
<i>Machines</i>	<p>a. Mesin yang sudah digunakan sudah lama atau terlalu tua.</p> <p>b. Peralatan rusak.</p>	<p>a. Sebaiknya melakukan pengecekan kesiapan mesin dengan teliti pada saat sebelum dan sesudah digunakan.</p> <p>d. Perlunya maintenance peralatan supaya bisa digunakan dengan baik dalam jangka panjang.</p>

e. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dari Six Sigma DMAIC dimana hasil analisis yang dilakukan pada tahap *define, measure, analyse, dan improve* yang dilakukan peneliti diserahkan kepada pihak PT XYZ untuk dilakukan tindakan lebih lanjut. PT XYZ dapat mempertimbangkan melakukan perbaikan berdasarkan usulan-usulan yang diberikan oleh peneliti dengan mempertimbangkan segala aspek di dalam perusahaan. Akan tetapi, dikarenakan keterbatasan waktu, tahapan *control* masih dalam tahap implementasi di PT XYZ dan peneliti tidak dapat melakukan dokumentasi hasil-hasil peningkatan kualitas dari perusahaan tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwakecacatan berdasarkan CTQ terjadi pada kesalahan produksi dengan 3 jenis kecacatan yang disebabkan kesalahan produksi yaitu: jenis GAP (35%), Visual Produk (56%), dan visual las (9%). Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kecacatan pada elemen material, *man, methods, dan machines*. Pada tahap *brainstorming* didapatkan beberapa usulan perbaikan diantaranya menambah tahapan QC, peninjauan MOU dengan vendor, memperbaiki kualifikasi rekrutmen pegawai baru, melakukan perhitungan beban kerja, melakukan *maintenance* peralatan, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhargava, M., & Gaur, S. (2021). Process Improvement Using Six-Sigma (DMAIC Process) in Bearing Manufacturing Industry: A Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1017(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1017/1/012034>
- C.R, A., & Thakkar, J. J. (2019). Application of Six Sigma

DMAIC methodology to reduce the defects in a telecommunication cabinet door manufacturing process: A case study. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 36(9), 1540–1555. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2018-0344>

- Caesaron, D. (2015). Define, Measure, Analyze, Improve dan Control. *Jurnal PASTI*, IX(3), 248–256.
- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035>
- Dermawan, D., Lestari, S., & Yul, F. A. (2021). Penerapan Six Sigma Dalam Meminimasi Cacat Produk Souvenir Pada Home Industri Mata Kayu Art. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 4(2), 1–7. <https://doi.org/10.31004/jutin.v4i2.3111>
- Ekawati, R., & Rachman, R. A. (2017). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Horn Pt . Mi Menggunakan Six Sigma. *Journal Industrial Services*, 3(Vol. 3 No. 1a Oktober 2017), 32–38.
- Fithri, P. (2019). Six Sigma Sebagai Alat Pengendalian Mutu Pada Hasil Produksi Kain Mentah Pt Unitex, Tbk. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 43. <https://doi.org/10.14710/jati.14.1.43-52>
- Girmanová, L., Šolc, M., Kliment, J., Divoková, A., & Mikloš, V. (2017). Application of Six Sigma Using DMAIC Methodology in the Process of Product Quality Control in Metallurgical Operation. *Acta Technologica Agriculturae*, 20(4), 104–109. <https://doi.org/10.1515/ata-2017-0020>
- Gunawan, C. V., & Tannady, H. (2016). ANALISIS KINERJA PROSES DAN IDENTIFIKASI CACAT DOMINAN PADA PEMBUATAN BAG DENGAN METODE STATISTICAL PROSES CONTROL (Studi Kasus : Pabrik Alat Kesehatan PT.XYZ,

- Serang, Banten). *J@Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 9–14. <https://doi.org/10.12777/jati.11.1.9-14>
- Gupta, V., Jain, R., Meena, M. L., & Dangayach, G. S. (2018). Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case study. *Journal of Industrial Engineering International*, 14(3), 511–520. <https://doi.org/10.1007/s40092-017-0234-6>
- Hakimi, S., Zahraee, S. M., & Mohd Rohani, J. (2018). Application of Six Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(4), 562–578. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0069>
- Irwanto, A., Arifin, D., Arifin, M. M., & Pt, X. (2020). Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan DMAIC SIX SIGMA Pada PT. X, Y, Z. *Jurnal Kalibrasi*, 3(1), 1–17.
- Jirasukprasert, P., Garza-reyes, J. A., Soriano-meier, H., & Rocha-lona, L. (2012). A Case Study of Defects Reduction in a Rubber Gloves Manufacturing Process by Applying Six Sigma Principles and DMAIC Problem Solving Methodology. 2012 *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 472–481.
- Kaushik, P., Khanduja, D., Mittal, K., & Jaglan, P. (2012). A case study: Application of Six Sigma methodology in a small and medium-sized manufacturing enterprise. *The TQM Journal*, 24(1), 4–16. <https://doi.org/10.1108/17542731211191186>
- Krishnan, B. R., & Prasath, K. A. (2014). *Six Sigma Concept and Dmaic*. 3(2), 111–114.
- Krishnan, R., & Prasath, K. A. (2013). SIX SIGMA CONCEPT AND DMAIC IMPLEMENTATION radha krishnan Related papers A Six Sigma Framework for Soft ware Process Improvement s and it s Implement at ion SIX SIGMA CONCEPT AND DMAIC IMPLEMENTATION. *International Journal of Business*, 3(2).
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Manurung, H. (2022). Implementation of the Dmaic Approach for Quality Improvement At the Elastic Tape Industry. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 17(1), 40–51. <https://doi.org/10.14710/jati.17.1.40-51>
- Marques, P. A., & Requeijo, J. G. (2009). SIPOC: A Six Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems. *3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management , Iso 9001*, 1229–1238.
- Naeem, K., Ullah, M., Tariq, A., Maqsood, S., Akhtar, R., Nawaz, R., & Hussain, I. (2016). Optimization of steel bar manufacturing process using six sigma. *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*, 29(2), 332–341. <https://doi.org/10.3901/CJME.2015.1225.155>
- Nicoletti, B. (2013). A Comprehensive Insight Into The Six Sigma DMAIC Toolbox. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(2), 184–203.
- Ponsiglione, A. M., Ricciardi, C., Scala, A., Fiorillo, A., Sorrentino, A., Triassi, M., Dell'aversana Orabona, G., & Improta, G. (2021). Application of DMAIC Cycle and Modeling as Tools for Health Technology Assessment in a University Hospital. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8826048>
- Prashar, A. (2014). Adoption of Six Sigma DMAIC to reduce cost of poor quality. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(1), 103–126. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2013-0018>
- Setiawannie, Y., Studi Teknik Industri, P., Teknik dan Ilmu Komputer, F., Potensi Utama K L Yos Sudarso, U. J., & Mulia Medan Deli, T. (2021). Pengendalian Kualitas Produk Besi Baja Dengan Metode Six Sigma DMAIC dan Kaizen di PT. Growth Sumatra Industry Quality Control of Steel Products With Six Sigma DMAIC Method and Kaizen in PT. Growth Sumatra Industry. *IESM Journal*, 2(1), 54–66.
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590–596. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Soundararajan, K., & Janardhan Reddy, K. (2019). Cost-reduction and quality improvement using DMAIC in the SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(8), 1528–1540. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2018-0360>
- Srinivasan, K., Muthu, S., Devadasan, S. R., & Sugumaran, C. (2016). Six Sigma through DMAIC phases: A literature review. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 17(2), 236–257. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2016.074462>
- Thanhdatt, N., Claudiu, K. V., Zobia, R., & Lobont, L. (2016). Knowledge portal for Six Sigma DMAIC process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 145(6). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/145/6/062011>
- Tong, J. P. C., Tsung, F., & Yen, B. P. C. (2004). A DMAIC approach to printed circuit board quality improvement. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 23(7–8), 523–531. <https://doi.org/10.1007/s00170-003-1721-z>
- Trenggonowati, D. L., Patradhiani, R., & Salsabilla, C. E. (2020). *Pengendalian Kualitas Produk Baja*

Tulangan Sirip S16 Menggunakan Metode Six Sigma di PT . XYZ Quality Control of S16 Flipper Reinforced Steel Products Using the Six Sigma Method at PT . XYZ. 5.