

# ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI SEPATU DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT XYZ

Wisella Jenia Br Ginting\*<sup>1</sup>, Sri Hartini<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan sub – kontrak dari Brand P yang memproduksi sepatu Brand P dalam berbagai model, salah satunya ialah sepatu tipe ABC. PT XYZ memiliki target sebesar > 90% untuk angka produk FTT (first time through), yang mana angka ini seharusnya selaras dengan angka produk rework yang berada pada line assembling, namun pada kenyataannya persentase rework di line assembling rata – ratanya masih > 10%. Tercatat bahwa produk rework di bulan Januari 2024 ialah sebanyak 8609 unit dengan persentase berkisar 13%. Berlandaskan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas perusahaan dengan menggunakan Six Sigma dan pendekatan DMAIC untuk mengetahui penyebab cacat yang paling dominan dan menyusun usulan perbaikan bagi perusahaan. Berdasarkan data jumlah rework bulan Januari 2024, cacat yang paling tinggi ialah jenis cacat stain dengan persentase sebesar 50,69% diikuti dengan jenis cacat bonding dengan persentase sebesar 24,37%. Setelah melakukan analisis menggunakan diagram Fishbone dan tabel FMEA, didapatkan mode kegagalan yang paling tinggi ialah pengecekan sepatu yang kurang detail dan tidak terklasifikasi dengan nilai RPN sebesar 210. Berdasarkan hasil dari analisis tabel 5W+1H pada tahap improve, diperoleh bahwa solusi yang dapat diberikan kepada perusahaan ialah membuat suatu sistem rework yang dapat memuat pelaporan mengenai defect secara real time dan terklasifikasi.

**Kata kunci:** Six Sixma; DMAIC; Fishbone; FMEA; 5W+1H

## Abstract

**[Title: ANALYSIS OF QUALITY CONTROL IN THE SHOE PRODUCTION PROCESS USING THE SIX SIGMA METHOD AT PT XYZ]** PT XYZ is one of the sub-contract companies from Brand P that produces Brand P shoes in various models, one of which is type ABC shoes. PT XYZ has a target of > 90% for the number of FTT (first time through) products, which this number should be in line with the number of rework products in the assembling line, but in reality the average percentage of rework in the assembling line is still > 10%. It was recorded that the rework products in January 2024 were 8609 units with a percentage around 13%. Based on this, this research was conducted to improve the company's quality by using Six Sigma and the DMAIC approach to determine the most dominant cause of defects and develop improvement proposals for the company. Based on data on the number of reworks in January 2024, the highest defect is stain defect with a percentage of 50.69% followed by bonding defect with a percentage of 24.37%. After analyzing using the Fishbone diagram and FMEA table, it was found that the highest failure mode was checking shoes that were less detailed and unclassified with an RPN value of 210. Based on the results of the 5W+1H table analysis at the improve stage, it is found that the solution that can be given to the company is to create a rework system that can contain reporting on defects in real time and classified.

**Keywords:** Six Sixma; DMAIC; Fishbone; FMEA; 5W+1H

## 1. Pendahuluan

Dalam perkembangan dunia *fashion* yang semakin pesat saat ini, sepatu memainkan peran yang cukup besar dalam membentuk identitas *fashion* dari penggunanya. Seiring dengan perkembangan zaman model dan desain sepatu semakin beragam, hal tersebut didorong akibat tingginya permintaan global yang diakibatkan adanya

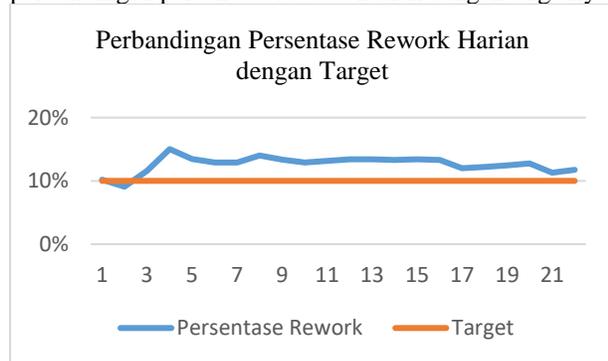
urbanisasi, perubahan gaya hidup dan juga gejala pertumbuhan pendapatan masyarakat di berbagai wilayah (Sahrub, 2017). Dalam persaingan di pasar global, seluruh industri sepatu dari berbagai belahan dunia berlomba – lomba dalam menciptakan desain sepatu yang dapat menarik perhatian publik. Tidak hanya desainnya saja, namun dari sisi penyediaan produk yang berkualitas

tinggi juga merupakan faktor penting dalam mendapatkan kepercayaan konsumen, pemilihan material dan juga komponen sepatu menjadi pertimbangan yang cukup penting dalam proses produksi sepatu (Wijoworastro, 2014).

Produk cacat dapat berdampak pada *image* perusahaan, kepuasan *customer* bahkan pendapatan perusahaan. Suatu perusahaan dikatakan berkualitas apabila perusahaan tersebut mempunyai sistem produksi yang baik dengan proses terkendali. (Susanti, 2018). Demi mempertahankan kepercayaan dari konsumen, suatu industri sepatu harus lebih jeli dalam memperhatikan proses *quality control* dalam tahap produksinya sebelum produk dipasarkan.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan sub – kontrak dari *Brand P* yang terletak di kota Tengerang Selatan yang memproduksi sepatu *Brand P* untuk didistribusikan di seluruh wilayah Indonesia ataupun diekspor ke luar negeri, salah satunya ialah tipe ABC. PT XYZ merupakan perusahaan industri sepatu yang sangat menjujung tinggi kualitas dari produk mereka. Selama bulan Januari 2024 Sepatu *Brand P* tipe ABC berhasil diproduksi sebanyak 68166 unit dengan rata – rata produksi yaitu 3098 unit per-harinya.

Prinsip dari PT XYZ ialah “*Quality First*”, perusahaan ini selalu berusaha melakukan *improvement* baik dari segi *training* kinerja maupun manajemen sistemnya. Namun, persentase produk *rework* terkadang melebihi angka batas maksimalnya yang memiliki rata – rata di atas 10%. PT XYZ memiliki target sebesar > 90% untuk angka produk FTT (*first time through*), yang mana angka ini seharusnya selaras dengan angka produk *rework* yang berada pada *line assembling*, namun pada kenyataannya, produk *defect* yang harus melalui beberapa proses *rework* masih banyak dan tidak sebanding dengan target capaian FTT yang mana persentase *rework* di *line assembling* rata – ratanya masih > 10%. Tercatat bahwa produk *rework* di bulan Januari 2024 ialah sebanyak 8609 unit dengan persentase berkisar 13%. Gambar 1.1 merupakan grafik perbandingan persentase *rework* harian dengan targetnya.



**Gambar 1. Perbandingan Persentase Rework Harian dengan Target**

Berdasarkan penjelasan dilema permasalahan tersebut, maka pengendalian kualitas sepatu tipe ABC berorientasi pada tingkat *defect*, jumlah produk *rework* serta berorientasi pada konsumen yang dapat diselesaikan dengan metode *Six sigma*. Metode *Six sigma* merupakan sebuah usaha dalam meningkatkan kualitas sehingga dapat tercapai 3,4 kegagalan dalam per sejuta kesempatan (DPMO) dalam upaya transaksi produk (barang dan jasa), upaya giat menuju kesempurnaan (*zero-defect* kegagalan nol), (Wati, 2022). *Six sigma* juga memberi manfaat yang telah teruji yaitu mencakup pengurangan biaya, peningkatan produktivitas, pertumbuhan pangsa pasar, pengurangan cacat, dan pengembangan produksi atau jasa (Sirine & Kurniawati, 2017). Penerapan *Six sigma* diharapkan dapat mendefinisikan permasalahan dan juga memberikan solusi yang dapat membantu mengurangi angka produk *rework* di PT XYZ.

Dalam penggunaan metode *Six sigma* akan dilakukan dengan pendekatan DMAIC, yang akan menjabarkan akar permasalahan, mengukur urgensi suatu permasalahan, menganalisis permasalahan lebih mendetail, dan juga melakukan *improvement* dan *control* berdasarkan dari pengolahan data yang diuji. Keistimewaan DMAIC ada pada langkah yang dilakukan, yaitu mengukur masalah, berfokus pada pelanggan, menguji akar masalah, mematahkan kebiasaan-kebiasaan lama, mengelola risiko, mengukur hasil, dan mempertahankan perubahan. Dengan menggunakan metode *Six sigma* dan DMAIC diharapkan PT XYZ dapat mendefinisikan permasalahan utama dari proses produksi, sehingga dapat dilakukan perubahan secara optimal agar dapat mencegah kerugian pada perusahaan. Hal inilah yang mendasari penulis mengangkat judul “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI SEPATU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DI PT XYZ”.

## 2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

### a. Tahap Define

Pada tahap *define* tujuannya ialah untuk mendefinisikan setiap cakupan masalah, tujuan penelitian, lingkup pada proses serta mengumpulkan informasi yang mendetail mengenai letak permasalahan yang diamati.

- **Identifikasi Masalah**

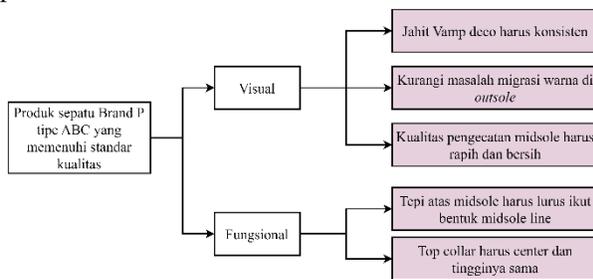
Identifikasi masalah ini diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung yang dilaksanakan kurang lebih selama satu bulan, data sekunder perusahaan, dan hasil wawancara yang dilakukan ke beberapa pihak terkait. Terdapat lima kategori *defect* yang terdapat di *line assembling* yaitu antara lain, *stain*, *bonding*, *straight*, *damage*, dan lain – lain. Jumlah produk yang mengalami proses *rework* selama bulan januari 2024 di *line assembling* P2-3 ditunjukkan oleh Tabel 1.

**Tabel 1. Jumlah Produk Rework di Line Assembling P2-3 Bulan Januari 2024**

Tanggal	Jumlah Produksi	Total Rework	Persentase Rework
02-Jan	2978	303	10%
03-Jan	2939	267	9%
04-Jan	3405	395	12%
05-Jan	3009	452	15%
08-Jan	3089	415	13%
09-Jan	3457	447	13%
10-Jan	3070	396	13%
11-Jan	2759	387	14%
12-Jan	3087	412	13%
15-Jan	3069	396	13%
16-Jan	3077	405	13%
17-Jan	3025	406	13%
18-Jan	3473	465	13%
19-Jan	3039	405	13%
22-Jan	3088	414	13%
23-Jan	3084	411	13%
24-Jan	3034	364	12%
25-Jan	3043	371	12%
26-Jan	3052	380	12%
29-Jan	3066	391	13%
30-Jan	3388	382	11%
31-Jan	2935	345	12%
Total	68166	8609	13%

• **Identifikasi Critical to Quality**

Identifikasi CTQ dilakukan untuk mengetahui karakter kualitas yang telah ditetapkan perusahaan dan yang diinginkan oleh pelanggan. Sesuai dengan prinsip perusahaan yang selalu mengedepankan kualitas untuk memenuhi kepuasan pelanggan maka kualitas sepatu menjadi faktor utama dalam parameter CTQ. Karakteristik kualitas sepatu Brand P tipe ABC ditentukan berdasarkan buku saku CTP dan CTQ untuk tiap jenis sepatu yang telah dirancang oleh tim quality management system. Karakteristik kualitas sepatu Brand P tipe ABC yang diproduksi oleh PT XYZ ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Critical to Quality (CTQ) Tree Sepatu Brand P tipe ABC**

• **Identifikasi Proses**

Identifikasi tahapan proses produksi yang dimaksudkan untuk membantu memahami proses – proses bisnis dari awal hingga akhir, yang fungsinya untuk mengidentifikasi elemen – elemen relevan yang ada dalam perbaikan proses (*process improvement*). Alat yang digunakan dalam menggambarkan proses adalah tabel *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC). Identifikasi proses produksi sepatu Brand P tipe ABC yang diinterpretasikan menggunakan tabel SIPOC tertera pada Tabel 2.

**Tabel 2. Diagram SIPOC Proses Produksi Sepatu Brand P Tipe ABC**

Supplier	Input	Processes	Outputs	Customers
	- Upper part	1. Upper Processes		
	- Bottom part	2. Bottom Processes		
	- Last	3. Upper & Bottom Attaching		
	- Lace clips & strap	4. Sockliner Processes		
PT AB	- Primer	5. Quality Control	Sepatu Brand P tipe ABC	Warehouse
PT QA	- Cement	6. Toe Stuffing		
PT IR	- Sockliner	7. Innerbox Processes		
	- Label	8. Final Inspection		
	- Struffing paper	9. Packing		
	- Box			

**b. Tahap Measure**

Tahap *measure* kali ini bertujuan untuk mengukur performa proses kinerja yang ada, serta mengumpulkan data yang relevan terkait dengan masalah yang akan dipecahkan. Langkah – langkah dalam tahap ini antara lain pengukuran stabilitas proses, perhitungan nilai DPMO, nilai sigma, nilai yield, dan pengukuran kapabilitas proses.

• **Pengukuran Stabilitas Proses**

Pengukuran stabilitas proses kali ini dilakukan dengan menggunakan peta kendali p (*p - chart*) untuk mengetahui apakah proses berada dalam batas kendali atau tidak. Peta kendali p ini juga digunakan untuk melihat jumlah produk yang mengalami proses *rework* di *line assembling* P2-3. Jumlah *output* produk di bulan Januari 2024 ialah sejumlah 68.166 unit, dengan jumlah produk *rework* sebesar 8.609 unit. Berdasarkan dari data tersebut maka dapat dibuat peta kendali p dari proses produksi sepatu Brand P tipe ABC.

**a. Menghitung nilai central line (CL)**

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum nc}{\sum N} \dots\dots\dots(1)$$

$$CL = \bar{p} = \frac{8609}{68166} = 0,126$$

**b. Menghitung nilai proporsi reject (p)**

$$p = \frac{nc}{N} \dots\dots\dots(2)$$

$$p = \frac{303}{2978} = 0,102$$

**c. Menghitung nilai upper control limit (UCL)**

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{N}} \dots\dots\dots(3)$$

$$UCL = 0,126 + 3\sqrt{\frac{0,126(1-0,126)}{68166}} = 0,130$$

**d. Menghitung nilai lower control limit (LCL)**

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{N}} \dots\dots\dots(4)$$

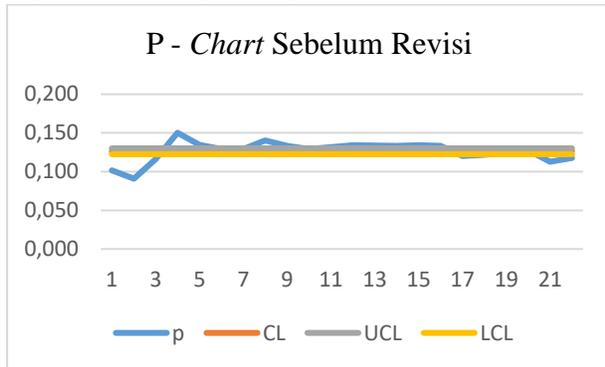
$$LCL = 0,126 - 3\sqrt{\frac{0,126(1-0,126)}{68166}} = 0,122$$

Perhitungan peta kendali p untuk data dan jumlah *rework* sepatu Brand P tipe ABC di *line assembling* P2-3 pada bulan Januari 2024, disertakan dalam tabel 3.

**Tabel 3. Perhitungan Batas Kendali**

Tanggal	Jumlah Produksi	Total Rework	p	CL	UCL	LCL
02-Jan	2978	303	0,102	0,126	0,130	0,122
03-Jan	2939	267	0,091	0,126	0,130	0,122
04-Jan	3405	395	0,116	0,126	0,130	0,122
05-Jan	3009	452	0,150	0,126	0,130	0,122
08-Jan	3089	415	0,134	0,126	0,130	0,122
09-Jan	3457	447	0,129	0,126	0,130	0,122
10-Jan	3070	396	0,129	0,126	0,130	0,122
11-Jan	2759	387	0,140	0,126	0,130	0,122
12-Jan	3087	412	0,133	0,126	0,130	0,122
15-Jan	3069	396	0,129	0,126	0,130	0,122
16-Jan	3077	405	0,132	0,126	0,130	0,122
17-Jan	3025	406	0,134	0,126	0,130	0,122
18-Jan	3473	465	0,134	0,126	0,130	0,122
19-Jan	3039	405	0,133	0,126	0,130	0,122
22-Jan	3088	414	0,134	0,126	0,130	0,122
23-Jan	3084	411	0,133	0,126	0,130	0,122
24-Jan	3034	364	0,120	0,126	0,130	0,122
25-Jan	3043	371	0,122	0,126	0,130	0,122
26-Jan	3052	380	0,125	0,126	0,130	0,122
29-Jan	3066	391	0,128	0,126	0,130	0,122
30-Jan	3388	382	0,113	0,126	0,130	0,122
31-Jan	2935	345	0,118	0,126	0,130	0,122

Grafik peta kendali p berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 4., telah disertakan dalam Gambar 3.



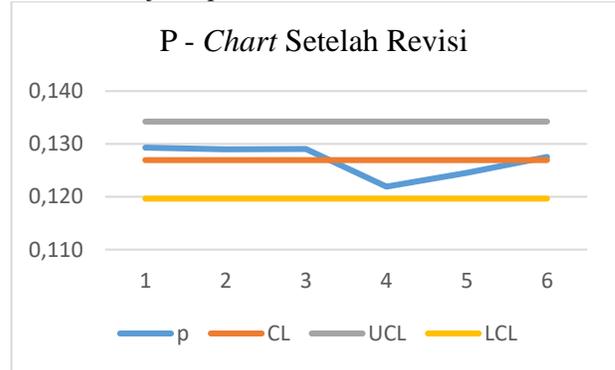
**Gambar 3. Peta Kendali p Pada Proses Produksi Sepatu Brand P Tipe ABC**

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa nilai center line (CL) ialah sebesar 0,12629, batas kontrol atas (UCL) ialah sebesar 0,13011, dan batas kontrol bawah (LCL) ialah sebesar 0,12247. Berdasarkan grafik peta kendali p yang direpresentasikan dalam Gambar 3. dapat dilihat bahwa masih banyak proses yang berada di luar batas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat variasi penyebab khusus dalam proses produksi. Untuk melanjutkan perhitungan kapabilitas proses, maka perlu menghilangkan beberapa data eskترم antara lain data nomor 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22. Setelah menghilangkan data eskترم, selanjutnya ialah kembali menghitung stabilitas proses sampai mendapatlan data yang berada di dalam batas kontrol. Adapun stabilitas proses hasil revisi ialah sebagai berikut digambarkan dalam Tabel 4.

**Tabel 4. Perhitungan Batas Kendali Revisi**

Tanggal	Jumlah Produksi	Total Rework	p	CL	UCL	LCL
09-Jan	3457	447	0,129	0,127	0,134	0,120
10-Jan	3070	396	0,129	0,127	0,134	0,120
15-Jan	3069	396	0,129	0,127	0,134	0,120
25-Jan	3043	371	0,122	0,127	0,134	0,120
26-Jan	3052	380	0,125	0,127	0,134	0,120
29-Jan	3066	391	0,128	0,127	0,134	0,120

Grafik peta kendali p perhitungan hasil revisi pada Tabel 4. disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Revisi Peta Kendali p Pada Proses Produksi Sepatu Brand P Tipe ABC**

Hasil perhitungan pada Gambar 5.3 menunjukkan bahwa nilai center line (CL) ialah sebesar 0,12694, batas kontrol atas (UCL) ialah sebesar 0,13423, dan batas kontrol bawah (LCL) ialah sebesar 0,11965. Berdasarkan grafik peta kendali p yang disajikan pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa seluruh proses sudah berada di dalam batas kontrol sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh proses sudah berada di kondisi stabil.

**e. Perhitungan Nilai DPMO, Sigma, dan Yield**

Nilai *sigma* dan *yield* adalah suatu nilai metrik proses yang dapat menunjukkan performa proses dan dapat digunakan sebagai tolak ukur untuk melakukan tindakan perbaikan. Berdasarkan dari data jumlah *rework* pada proses produksi sepatu *Brand P* tipe ABC di *line assembling* P2-3 bulan Januari 2024 yang telah distabilkan diperoleh jumlah produk *rework* sebesar 8.609 unit dari seluruh total produksi sebesar 68.166 unit. Perhitungan nilai *sigma* mengizinkan adanya pergeseren sebesar 1,5 *sigma* sedangkan banyaknya opportunity yang digunakan ialah sebanyak CTQ yang telah ditentukan yaitu 5 penentu karakteristik kualitas. Perhitungan nilai DPMO dan *sigma* setiap periode ialah sebagai berikut.

➤ **Menghitung nilai Defect Per Unit (DPU)**

$$DPU = \frac{D}{U} \dots\dots\dots(5)$$

$$DPU = \frac{303}{2978} = 0,102$$

➤ **Menghitung nilai Defect Per Opportunities (DPO)**

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ} \dots\dots\dots(6)$$

$$DPO = \frac{0,102}{5} = 0,020$$

➤ **Menghitung nilai Defect Per Million Opportunities (DPMO)**

$$DPMO = DPO \times 10^6 \dots\dots\dots(7)$$

$$DPMO = 0,020 \times 10^6 = 20349,2276$$

➤ **Menghitung nilai Sigma**

$$\sigma = -NORMSINV \left( \frac{DPMO}{1000000} \right) + 1,5 \dots\dots\dots(8)$$

$$\sigma = -\text{NORMSINV}\left(\frac{20349,2276}{1000000}\right) + 1,5$$

$$= 3,5465$$

Perhitungan nilai DPMO dan Sigma produksi sepatu Brand P tipe ABC di line *assembling* P2-3 bulan Januari 2024 telah disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Perhitungan Batas DPMO dan Nilai Sigma**

Tanggal	Jumlah Produksi	Total Rework	CTQ	DPU	DPO	DPMO	SIGMA
02-Jan	2978	303	5	0,102	0,020	20349,228	3,547
03-Jan	2939	267	5	0,091	0,018	18169,445	3,593
04-Jan	3405	395	5	0,116	0,023	23201,175	3,492
05-Jan	3009	452	5	0,150	0,030	30043,204	3,380
08-Jan	3089	415	5	0,134	0,027	26869,537	3,429
09-Jan	3457	447	5	0,129	0,026	25860,573	3,445
10-Jan	3070	396	5	0,129	0,026	25798,046	3,446
11-Jan	2759	387	5	0,140	0,028	28053,643	3,410
12-Jan	3087	412	5	0,133	0,027	26692,582	3,432
15-Jan	3069	396	5	0,129	0,026	25806,452	3,446
16-Jan	3077	405	5	0,132	0,026	26324,342	3,438
17-Jan	3025	406	5	0,134	0,027	26842,975	3,429
18-Jan	3473	465	5	0,134	0,027	26778,002	3,430
19-Jan	3039	405	5	0,133	0,027	26653,504	3,432
22-Jan	3088	414	5	0,134	0,027	26813,472	3,430
23-Jan	3084	411	5	0,133	0,027	26653,696	3,432
24-Jan	3034	364	5	0,120	0,024	23994,726	3,477
25-Jan	3043	371	5	0,122	0,024	24383,832	3,471
26-Jan	3052	380	5	0,125	0,025	24901,704	3,462
29-Jan	3066	391	5	0,128	0,026	25505,545	3,451
30-Jan	3388	382	5	0,113	0,023	22550,177	3,504
31-Jan	2935	345	5	0,118	0,024	23509,370	3,486
<i>Mean/Rata-Rata</i>						25261,601	3,457

Berdasarkan perhitungan batas DPMO dan nilai sigma pada Tabel 5. didapatkan rekapitulasi nilai DPMO dan proses sigma yang ditunjukkan dalam Tabel 6. berikut.

**Tabel 6. Rekapitulasi Nilai DPMO dan Sigma**

<i>Process</i>	
Perhitungan Nilai Sigma Proses	
Ukuran Sampel (U)	68166
Defect (D)	8609
Opportunity (CTQ)	5
Total Opportunity	340830
Defect per Unit (DPU)	0,126
Defect per Total Opportunity	0,025261601
Defect per Million Opportunity (DPMO)	25261,601
Level Sigma	3,457
Ukuran Sampel (U)	68166

Selanjutnya ialah melakukan perhitungan nilai yield untuk mengetahui persentase banyaknya produk yang tidak mengalami cacat dalam suatu proses produksi. Perhitungan nilai yield pada produk sepatu *Brand P* tipe ABC ialah sebagai berikut.

➤ **Menghitung nilai Opportunity Level Yield**

$$Y = \frac{\text{TOP}-D}{\text{TOP}} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

$$Y = \frac{340830 - 8609}{340830} \times 100\% = 97,474\%$$

➤ **Menghitung nilai Throughput Yield**

$$Y = \left(1 - \frac{D}{U}\right) \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

$$Y = \left(1 - \frac{8609}{68166}\right) \times 100\% = 87,371\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa proses produksi sepatu *Brand P* tipe ABC memiliki nilai DPMO rata - rata sebesar 25261,601, *sigma* rata-rata sebesar 3,457, *opportunity level yield*

sebesar 97,474% dan nilai *throughput yield* sebesar 87,371%. Nilai level *sigma* pada PT XYZ berada pada tingkat 3 dimana perusahaan berada di posisi antara rata - rata industri Indonesia dan rata - rata industri USA. Namun, untuk dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kinerja perusaha serta pengurangan jumlah produk *rework* maka level sigma perusahaan harus ditingkatkan lagi.

**f. Pengukuran Kapabilitas Proses**

Pengukuran kapabilitas proses menggunakan indeks kapabilitas proses (*Cpk*) untuk mengukur kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen / spesifikasi yang diharapkan. Hal ini dilakukan karena *Statistical Process Control* (SPC) tidak mampu menganalisis secara kuantitatif suatu proses yang sedang berjalan, hanya mampu memantau proses yang sedang berjalan. Penentuan nilai *Cpk* menggunakan tabel konversi level *sigma* yang ditunjukkan dalam Tabel 7. berikut.

**Tabel 7. Konversi Level Sigma**

Pergeseran Proses $\pm 1,5\sigma$		
Level Sigma	<i>Cpk</i>	DPMO
2	0,167	308537
3	0,5	66807
4	0,833	6210
5	1,167	233
6	1,5	3,4

Berikut merupakan perhitungan nilai *Cpk*.

$$\frac{3,457 - 3}{4 - 3} = \frac{x - 0,5}{-0,292}$$

$$\frac{1}{-0,292} = \frac{x - 0,5}{0,333}$$

$$x = 0,5 - 0,097 = 0,402$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa nilai *Cpk* yang diperoleh sebesar 0,402. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan pada proses produksi sepatu *Brand P* tipe ABC mempunyai rata-rata proses dalam spesifikasi karna *Cpk* > 0. Namun, Proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global karna *Cpk* < 0,5 sehingga harus diperlukan usaha perbaikan untuk meningkatkan mutu produk.

**c. Tahap Analyze**

Tahap *analyze* merupakan tahap ketiga pada *Six sigma* yang digunakan untuk menganalisis penyebab masalah yang ada. Pada tahap ini akan dilakukan analisis kualitas menggunakan dua jenis alat analisis kualitas yaitu diagram pareto dan juga diagram sebab akibat.

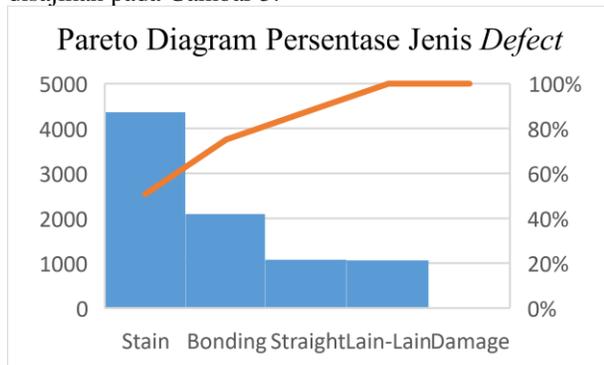
• **Diagram Pareto**

Diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis jenis kecacatan produk dengan menghitung persentase jenis kecacatan tersebut untuk dapat dilakukan rencana perbaikan berdasarkan prioritas yang tepat sesuai dengan tingkatan persentase jenis kecacatan. Berikut merupakan perhitungan persentase jenis kecacatan yang terjadi di *line assembling* P2-3 sepatu *Brand P* tipe ABC yang ditampilkan dalam tabel 8.

**Tabel 8. Persentase Jenis Defect Bulan Januari 2024**

No	Permasalahan	Grand Total	Persentase	Kumulatif
1	<i>Stain</i>	4364	50,69%	51%
2	<i>Bonding</i>	2098	24,37%	75%
3	<i>Straight</i>	1080	12,55%	88%
4	Lain-Lain	1065	12,37%	100%
5	<i>Damage</i>	2	0,02%	100%
	Total	8609	100%	

Selanjutnya berdasarkan persentase jenis kecacatan tersebut dilakukan pembuatan diagram pareto untuk mengetahui jenis kecacatan terbesar agar dapat dilakukan prioritas perbaikan pada proses produksi sepatu *Brand P* tipe ABC di *line assembling* P2-3. Diagram pareto untuk jenis cacat pada proses produksi sepatu *Brand P* tipe ABC di *line assembling* P2-3, telah disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Diagram Pareto Jenis Defect Bulan Januari 2024**

Berdasarkan Gambar 5. dapat diketahui cacat tertinggi dari lima jenis cacat yang terjadi pada produksi sepatu *Brand P* tipe ABC di *line assembling* P2-3 bulan Januari 2024 adalah *stain* dengan persentase sebesar 50,69%, cacat tertinggi kedua adalah *bonding* dengan persentase sebesar 24,37%, cacat tertinggi ketiga ialah *straight* dengan persentase sebesar 12,55%, cacat tertinggi keempat ialah lain – lain dengan persentase sebesar 12,37%, dan cacat terakhir ialah *damage* dengan persentase 0,02%. Dari perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa jenis *defect stain* memiliki persentase penyebab *rework* tertinggi dan diikuti dengan *bonding*. Oleh karena itu kedua jenis *defect* ini memerlukan perhatian khusus agar angka *rework* dapat lebih ditekan.

- **Diagram Sebab Akibat**

Diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dengan kemungkinan penyebab serta faktor yang mempengaruhinya. Berikut merupakan diagram sebab akibat jenis kecacatan tertinggi pada produksi sepatu *Brand P* tipe ABC di *line assembling* P2-3. Analisis penyebab *defect* menggunakan fishbone diagram untuk jenis *defect stain* dan *bonding* pada sepatu *Brand P* yang

terjadi selama bulan Januari 2024 ditunjukkan pada Gambar 7. dan Gambar 8. serta dijelaskan sebagai berikut.

1. *Stain*

- *Method*

Penyebab potensial yang disebabkan oleh metode pengerjaan atau proses produksi pada pembuatan sepatu *Brand P* tipe ABC ialah karena kurangnya komunikasi antar departemen yang ada di lini produksi, pelaporan *defect* yang kurang jelas, dan tidak adanya akses informasi historis mengenai *defect*.

- *Material*

Terdapat *stain* pada sepatu juga dipengaruhi oleh faktor material atau bahan yang digunakan dalam memproduksi sepatu tersebut. Penyebab potensi *defect* yang berasal dari material antara lain ialah struktur material yang tidak sesuai dengan standar, material yang mengalami *yellowing* seiring berjalannya waktu, dan jenis material yang sulit untuk dibersihkan.

- *Man*

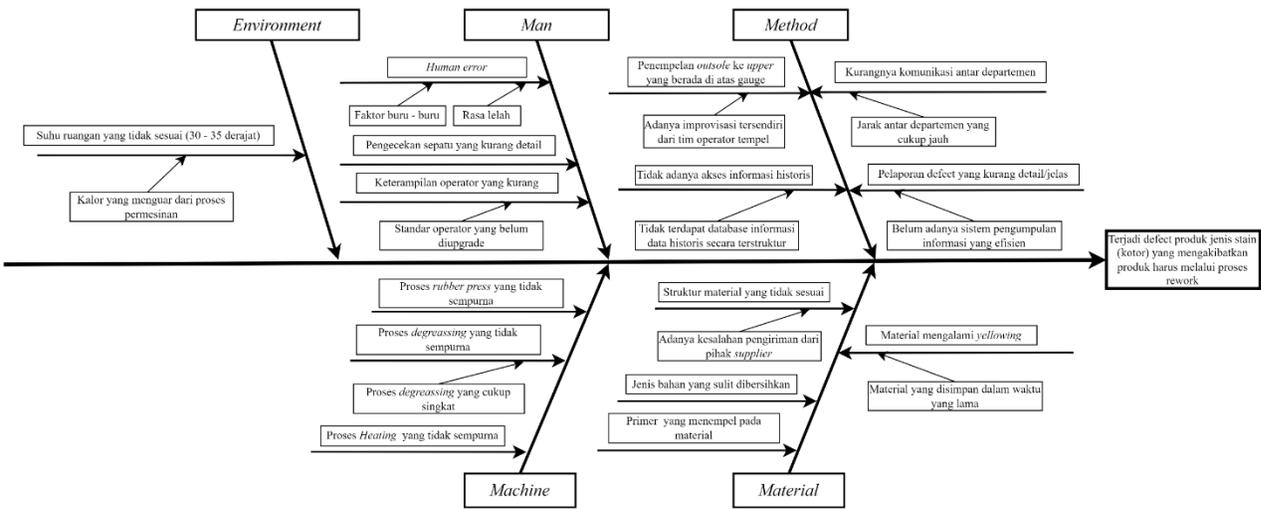
Penyebab utama yang disebabkan oleh manusia ialah antara lain adanya *human error* dalam proses produksi sepatu, keterampilan operator yang kurang memadai, dan pengecekan sepatu yang kurang detail. Dalam proses produksi yang baik, seorang operator harus bersikap profesional dan melakukan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang telah diberikan, faktor – faktor seperti di atas dapat memberikan kerugian kepada perusahaan.

- *Machine*

Terdapat beberapa penyebab potensial terjadinya jenis *defect stain* pada sepatu yang disebabkan oleh mesin. Proses pemanasan (*heating*) yang tidak sempurna, proses *degreasing* yang tidak sempurna, hingga proses *rubber press* yang tidak sesuai merupakan penyebab utama terjadinya *defect stain* yang disebabkan oleh mesin. Proses *heating* atau pemanasan apabila tidak sesuai dengan suhu standar maka dapat menyebabkan sepatu berubah warna dan tekstur. Pada proses *degreasing* apabila tidak dilakukan dengan sempurna maka sisa – sisa pengeleman pada sepatu tidak akan hilang dan menyebabkan *stain* pada permukaan sepatu, serta proses pada mesin *rubber press* juga sangat sensitif, apabila waktu pengepresan terlalu lama atau terlalu singkat dapat membuat *color bleeding* pada bagian *outsole* sepatu.

- *Environment*

Lingkungan juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi adanya *defect stain* pada sepatu. Faktor lingkungan yang menjadi penyebab *defect* ialah suhu ruangan yang terlalu panas yaitu berkisar 30 – 35 derajat celcius. Faktor tersebut menjadi penyebab utama kelelahan dan pengurangan fokus pada pekerja, sehingga performansi dari para pekerja semakin menurun.



**Gambar 6. Fishbone Diagram Penyebab Defect Jenis Stain**

2. *Bonding*

- *Method*

Penyebab potensial yang disebabkan oleh metode pengerjaan atau proses produksi pada pembuatan sepatu *Brand P* tipe ABC ialah karena kurangnya komunikasi antar departemen yang ada di lini produksi, pelaporan *defect* yang kurang jelas, dan tidak adanya akses informasi historis mengenai *defect*.

- *Material*

Terdapat stain pada sepatu juga dipengaruhi oleh faktor material atau bahan yang digunakan dalam memproduksi sepatu tersebut. Penyebab potensi *defect* yang berasal dari material antara lain ialah struktur material yang tidak sesuai dengan standar, dan penggunaan lem yang tidak cocok dengan material sepatu.

- *Man*

Penyebab utama yang disebabkan oleh manusia ialah antara lain adanya *human error* dalam proses produksi sepatu, pembuatan *gauge marking* yang tidak sesuai *pattern*, dan keterampilan operator yang kurang memadai. Dalam proses produksi yang baik, seorang operator harus bersikap profesional dan melakukan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang telah

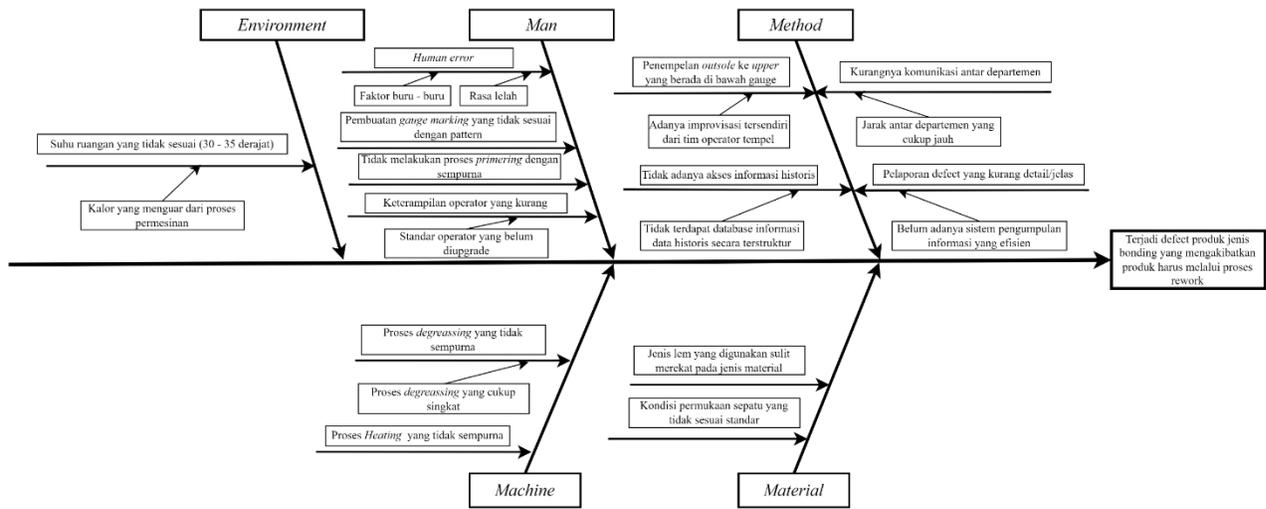
diberikan, faktor – faktor seperti di atas dapat memberikan kerugian kepada perusahaan.

- *Machine*

Terdapat beberapa penyebab potensial terjadinya jenis *defect* stain pada sepatu yang disebabkan oleh mesin. Proses pemanasan (*heating*) yang tidak sempurna dan proses *degreasing* yang tidak sempurna. Proses *heating* atau pemanasan apabila tidak sesuai dengan suhu standar maka dapat menyebabkan sepatu yang sulit merekat atau lem pada sepatu tidak menyatu dengan sempurna. Pada proses *degreasing* apabila tidak dilakukan dengan sempurna maka dapat menyebabkan lem pada sepatu tidak merekat dengan baik pada komponen sepatu.

- *Environment*

Lingkungan juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi adanya *defect* stain pada sepatu. Faktor lingkungan yang menjadi penyebab *defect* ialah suhu ruangan yang terlalu panas yaitu berkisar 30 – 35 derajat celsius. Faktor tersebut menjadi penyebab utama kelelahan dan pengurangan fokus pada pekerja, sehingga performansi dari para pekerja semakin menurun.



Gambar 7. Fishbone Diagram Penyebab Defect Jenis Bonding

d. Tahap Improve

Penentuan target DPMO dan *sigma* bertujuan untuk mengetahui persentase penurunan nilai DPMO dan peningkatan persentase nilai *sigma* untuk mencapai target 6 - *sigma*. Penentuan target nilai DPMO dan *sigma* dilakukan pada tahun dan jumlah produksi yang sama akan ditunjukkan pada perhitungan berikut.

• Menghitung Penurunan DPMO

$$\text{Penurunan DPMO} = \frac{\text{DPMO} - \text{Target DPMO}}{\text{DPMO}} \times 100\%$$

$$\text{Penurunan DPMO} = \frac{25261,601 - 6210}{25261,601} \times 100\% = 75,417\%$$

• Menghitung Peningkatan Sigma

$$\text{Peningkatan Sigma} = \frac{\text{Target Sigma} - \text{Sigma}}{\text{Target Sigma}} \times 100\%$$

$$\text{Peningkatan Sigma} = \frac{4 - 3,457}{4} \times 100\% = 13,564\%$$

Perhitungan penentuan target nilai DPMO dan Sigma ditunjukkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Penentuan Target Nilai DPMO dan Sigma

Tanggal	Jumlah Produksi	Total Rework	DPMO	Target DPMO	Penurunan DPMO	SIGMA	Target SIGMA	Peningkatan SIGMA
02-Jan	2978	303	33915,379	6210	81,690%	3,326	4	16,847%
03-Jan	2939	267	30282,409	6210	79,493%	3,377	4	15,584%
04-Jan	3405	395	38668,625	6210	83,940%	3,266	4	18,341%
05-Jan	3009	452	50072,006	6210	87,598%	3,144	4	21,396%
08-Jan	3089	415	44782,562	6210	86,133%	3,198	4	20,058%
09-Jan	3457	447	43100,955	6210	85,592%	3,216	4	19,605%
10-Jan	3070	396	42996,743	6210	85,557%	3,217	4	19,577%
11-Jan	2759	387	46756,071	6210	86,718%	3,177	4	20,571%
12-Jan	3087	412	44487,636	6210	86,041%	3,201	4	19,979%
15-Jan	3069	396	43010,753	6210	85,562%	3,217	4	19,581%
16-Jan	3077	405	43873,903	6210	85,846%	3,207	4	19,815%
17-Jan	3025	406	44738,292	6210	86,119%	3,198	4	20,046%
18-Jan	3473	465	44630,003	6210	86,086%	3,199	4	20,017%
19-Jan	3039	405	44422,507	6210	86,021%	3,202	4	19,962%
22-Jan	3088	414	44689,119	6210	86,104%	3,199	4	20,033%
23-Jan	3084	411	44422,827	6210	86,021%	3,202	4	19,962%
24-Jan	3034	364	39991,211	6210	84,472%	3,251	4	18,730%
25-Jan	3043	371	40639,720	6210	84,719%	3,243	4	18,917%
26-Jan	3052	380	41502,840	6210	85,037%	3,234	4	19,162%
29-Jan	3066	391	42509,241	6210	85,391%	3,222	4	19,443%
30-Jan	3388	382	37583,628	6210	83,477%	3,279	4	18,014%
31-Jan	2935	345	39182,283	6210	84,151%	3,260	4	18,494%

Berdasarkan perhitungan target nilai DPMO dan *sigma*, diperoleh rata-rata target penurunan nilai DPMO sebesar 75,417% dan peningkatan nilai *sigma* sebesar 13,564% untuk mencapai 4-*sigma*. Apabila perusahaan mampu mencapai target tersebut maka perusahaan dapat meminimalisasi produk *defect* yang harus melalui proses *rework* sehingga produktivitas perusahaan akan semakin meningkat.

• Analisis 5W+1H

Analisis 5W+1H merupakan analisis yang dilakukan secara lebih detail lagi dimana analisis ini lebih fokus pada jenis penyebab potensi kegagalan yang dilihat dari hasil analisis pada diagram *fishbone*. Berdasarkan hasil pengolahan data bagian sebelumnya maka dapat dibuatlah rencana tindakan perbaikan terhadap kelima faktor tersebut yang disertakan pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisis 5W+1H Produk Defect Sepatu Brand P Tipe ABC

5W+1H	Deskripsi/Tindakan
Faktor	Penyebab cacat tertinggi sepatu Brand P tipe ABC
What	Tingginya persentase cacat yang disebabkan oleh <i>defect</i> jenis <i>stain</i> dan <i>bonding</i>
Why	Disebabkan oleh 5 faktor yaitu faktor manusia, metode, mesin, material dan lingkungan yang ditampilkan pada diagram <i>fishbone</i> Gambar 6. dan Gambar 7.
How Do	<p>1. Method:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengembangkan sistem pelaporan <i>defect</i> yang terorganisir dan transparan, termasuk format pelaporan yang rinci dan <i>user-friendly</i>.</li> <li>Membangun basis data <i>defect</i> yang dapat diakses oleh seluruh departemen terkait, sehingga data</li> </ul>

**Tabel 11. Analisis 5W+1H Produk Defect Sepatu Brand P Tipe ABC (Lanjutan)**

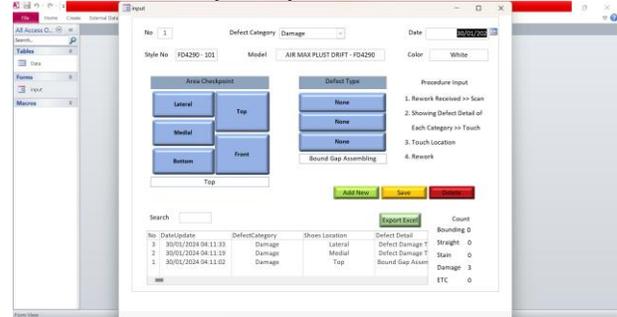
5W+1H	Deskripsi/Tindakan
	historis <i>defect</i> dapat dianalisis lebih lanjut.
	2. <i>Mateials</i> :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengadopsi prosedur penerimaan material yang teliti, meliputi pemeriksaan visual dan pengujian kualitas material sebelum memasuki lini produksi.</li> <li>Menjaga material dalam kondisi ideal untuk menghindari yellowing, dengan cara mengatur suhu dan kelembaban di ruang penyimpanan.</li> </ul>
	3. <i>Man</i> :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengadakan pelatihan rutin bagi operator tentang teknik produksi dan pengendalian kualitas yang efektif.</li> </ul>
<i>How Do</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan penilaian berkala terhadap kinerja operator dan memberikan umpan balik konstruktif untuk peningkatan.</li> </ul>
	4. <i>Machine</i> :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merencanakan pemeliharaan rutin untuk semua mesin produksi agar tetap beroperasi secara optimal.</li> <li>Menggunakan sensor dan otomatisasi untuk menjaga konsistensi suhu selama proses pemanasan.</li> </ul>
	5. <i>Environment</i> :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memasang AC yang memadai untuk menjaga suhu ruangan tetap dalam rentang optimal (18-28 derajat Celsius).</li> </ul>
<i>Where</i>	Pada lini produksi khususnya <i>line assembling</i>
<i>When</i>	Pada saat proses produksi sepatu sedang berlangsung
<i>Who</i>	Tim Quality Control perusahaan XYZ

Merujuk pada Tabel 11. diketahui bahwa terdapat lima faktor yang menjadi fokus perbaikan berdasarkan identifikasi masalah menggunakan diagram *fishbone*. Solusi perbaikan untuk tiap faktor yang menjadi akar permasalahan *defect* pada sepatu harus diterapkan secepatnya, agar mencegah terjadinya masalah *defect* yang berkepanjangan.

**Saran Perbaikan Dengan Rancangan Sistem Rework**

Salah satu saran perbaikan pada Tabel 5W+1H ialah merancang suatu sistem deteksi *rework* di lini perbaikan. Oleh karena itu, pada permasalahan kali ini penulis berfokus untuk memberikan sarana perbaikan bagi perusahaan melalui sistem deteksi *defect*, yang

diharapkan dapat membantu perusahaan memperbaiki kinerja produksinya. Sistem pelaporan *defect* ini bertujuan untuk membantu perusahaan dalam memperoleh data historis terkait *defect* yang terjadi secara *real time* di *line assembling*. Tampilan dari sistem *rework* telah ditampilkan pada Gambar 8.



**Gambar 8. Interface Sistem Perbaikan di Line Assembling**

Berdasarkan Gambar 8. dapat dilihat bahwa ada beberapa proses dalam tahap menginput *defect* yang akan dilakukan oleh tim *rework*. Berikut ini merupakan tahapan dalam menginput *defect* pada rancangan sistem pelaporan *defect* di lini perbaikan.

- Melakukan *scan barcode* yang tertera pada sepatu, yang fungsinya untuk menampilkan kategori *defect* dari sepatu tersebut, dan sistem akan secara otomatis mengidentifikasi opsi dari detail dan lokasi *defect* yang harus diinput oleh tim *rework*.
- Menginput lokasi dari *defect* yang ada pada sepatu, dimana terdapat 4 pilihan lokasi yaitu lateral, medial, bottom, top, dan juga front. Tujuannya ialah untuk dapat melihat bagian yang paling dominan sering mengalami *defect* sehingga harus melalui proses *rework*.
- Menginput tipe *defect* berdasarkan pilihan kategorinya masing – masing.
- Menekan tombol *save* pada layar untuk menyimpan data *defect* yang telah diinput sebelumnya.
- Data yang salah pada saat proses penginputan dapat dihapus dengan menekan tombol *delete* yang ada pada layar.
- Sistem juga disertai dengan akses ekspor data ke ms. excel untuk memudahkan perusahaan dalam memuat rekapan data terkait dengan informasi pelaporan *defect*.

**e. Tahap Control**

*Control* merupakan tahap akhir pada metode *Six sigma* yang dilakukan untuk mengawasi dan mengontrol peningkatan dan perbaikan kualitas sepatu *Brand P* tipe ABC di *line assembling* P2-3. Tujuan dari tahap kontrol yaitu untuk mengetahui adanya peningkatan kualitas berdampak positif dengan menurunnya *defect* yang dihasilkan, tepatnya setelah dilakukan upaya yang disarankan. Pada tahap *control* kali ini akan digunakan tabel *control plan* untuk memastikan perbaikan yang

disarankan dapat berjalan dengan baik, tabel *control plan* telah disajikan dalam Tabel 12.

**Tabel 12. Control Plan Produksi Sepatu Brand P Tipe ABC**

Process	Action	Specification	Evaluation Technic	Sample			Control Method	Reaction Plan
				Sample size	Frekuensi	PIC		
Return/rework	Shoes defect detailing	FTT > 90%	Input data rework/return	100%	Real time	Rework operator	Rework rate > 10%	Call team leader using andon

Berdasarkan Tabel 12. dapat dilihat bahwa pada tahap kontrol kali ini digunakan tabel *control plan* untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah dilakukan berjalan dengan sesuai ekspektasi. Pada *control plan* operasi kerja yang dilakukan berkaitan dengan proses *return/rework* sepatu yang akan dikerjakan oleh tim *repair* di lini perbaikan *assembling*. Tugas utama dari tim *repair* selain melakukan perbaikan pada sepatu ialah melakukan input data yang berkaitan dengan informasi *defect* pada sepatu yang ada di lini perbaikan. Tujuannya dibuat sistem ini ialah untuk dapat mencapai target FTT yaitu sebesar > 90%. Penginputan informasi *defect* pada sepatu dilakukan pada seluruh sepatu yang ada di lini perbaikan dan dilakukan secara *real time*. Parameter pada tahapan *control* kali ini ialah angka persentase *rework*. Apabila angka *rework* sudah mencapai atau melebihi 10% dari seluruh total produksi, maka tim *repair* diharuskan untuk memanggil tim *leader* menggunakan *andon* yang tersedia. Tujuannya ialah agar tim *leader* dapat melakukan koordinasi dan evaluasi lanjutan terhadap tim produksi di lini *assembling*, sehingga angka *rework* dapat diminimalisasi.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan pada pengolahan data serta analisis berdasarkan penelitian yang dilakukan. Kesimpulan yang akan diambil ialah sebagai berikut.

1. Produk yang harus mengalami proses *rework* selama periode Januari 2023 yaitu sebanyak 8.609 pasang sepatu atau berkisar 13% dari keseluruhan total produksi. Kualitas sepatu Brand P tipe ABC terlihat tidak stabil dikarenakan persentase *rework* yang tidak pasti setiap harinya, di mana dalam 1 periode hanya 2 hari yang memenuhi target maksimal *rework* yaitu < 10%. Nilai DPMO yang diperoleh yaitu sebesar 25261,601 dengan nilai sigma sebesar 3,457 yang berarti perusahaan berada di posisi antara rata – rata industri di Indonesia dan industri di USA, yang artinya perusahaan memerlukan pengendalian kualitas pada sepatu Brand P tipe ABC untuk meminimasi jumlah *rework*, serta dapat melakukan perbaikan yang berkelanjutan dalam hal kualitas produk.
2. Penyebab *defect* pada proses produksi sepatu Brand P tipe ABC disebabkan oleh beberapa faktor. Dari segi metode, disebabkan oleh

kurangnya komunikasi antara departemen yang ada di lini produksi, serta pelaporan *defect* yang tidak jelas. Dari segi material, disebabkan oleh bahan yang digunakan dalam proses produksi tidak sesuai dengan standar. Dari segi manusia, disebabkan karena adanya faktor human error dan keterampilan operator yang kurang mumpuni. Dari segi mesin, disebabkan oleh proses permesinan yang tidak sesuai dengan standar. Dari segi lingkungan, disebabkan oleh suhu lingkungan yang terlalu panas dan tidak sesuai dengan standar.

3. Tahapan pembuatan saran perbaikan dilakukan dengan cara analisis tabel 5W + 1H. Berdasarkan tabel 5W + 1H yang telah dibuat, saran perbaikan yang dapat diberikan pada perusahaan ialah dengan membuat suatu sistem pelaporan *defect* yang terklasifikasi, mulai dari jenis *defect*, lokasi *defect*, dan detail *defect* yang akan diinput oleh tim *rework*. Dengan adanya sistem tersebut diharapkan tim *quality* dapat dengan mudah mengidentifikasi sumber permasalahan terbesar yang mengakibatkan *defect*, sehingga masalah dapat dengan mudah diatasi.

#### Daftar Pustaka

- Sahrub, S. M. (2017). Pemaknaan Fashion Bagi Indonesia Sneakers Team Surabaya.
- Sirine, H., & Kurniawati, E. P. (2017). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus Pada Pt Diras Concept Sukoharjo). *Ajie - Asian Journal Of Innovation And Entrepreneurship Vol. 02, No. 03, September 2017*.
- Susanti, H. (2018). *Pengendalian Kualitas Pada Produk Sepatu Dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus Ukm Praktis Sepatu Magetan)*.
- Wati, D. Z. (2022). Metode Six Sigma Sebagai Solusi Peningkatan Dan Pengendalian Kualitas Proses Produksi Kkbw 480 Di Pt Inka Persero.
- Wijoworastro, H. (2014). *Persaingan Industri Sepatu*.
- Montgomery. (2009). *Introduction To Statistical Quality Control*. New York: Wiley And Sons Inc.
- Pande, P. S. (2002). *The Six Sigma Way: How Ge, Motorola, And Other Top Companies Are Using Six Sigma To Improve Quality, Decrease Costs, And Increase Profits*. New York: Mcgraw-Hill.
- Stamatis, D. (2015). *The Asq Pocket Guide To Failure Mode And Effect Analysis (Fmea)*. United States Of America: America Society For Quality, Quality Press, Milwaukee.
- Evans, J. R. (2007). *The Management And Control Of Quality (6th Ed.)*. New York: Mcgraw-Hill.
- Monika Smętkowska, B. M. (2017). *Using Six Sigma Dmaic To Improve The Quality Of The Production Process: A Case Study*.