ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN METODE DMAIC DAN FMEA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS JAHITAN PADA *WOVEN BAG* DI PT. XYZ

Adena Putra Daniswara[1], Manik Ayu Titisari [2]

[1,2]*Universitas PGRI Adi Buana Surabaya*
E-mail : adenaputra8@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze quality control in the stitching process of woven bags at PT. XYZ using the DMAIC and FMEA methods. The main problem identified is the occurrence of product defects in the sewing process, particularly loose stitching, improper bag folding, and holes around the stitching area. Data were collected through observation, interviews, and production records covering the periods of October and November 2025. The DMAIC approach was used to define critical quality characteristics, measure process performance using DPMO and sigma level, analyze root causes of defects, develop improvement actions, and establish continuous process control. The results show that in October 2025, total production reached 803,469 units with 19,547 defects, resulting in an average DPMO of 8,125.03 and a sigma level of 3.91. In November 2025, production increased to 888,408 units with 18,894 defects, where the average DPMO decreased to 7,177.69 and the sigma level improved to 3.95. FMEA analysis indicates that the highest-risk failure mode is loose stitching, caused by low thread tension, worn needles, poor thread quality, and operator inaccuracy. Proposed improvements include machine setting standardization, implementation of SOPs, routine inspection, scheduled maintenance, and statistical-based quality monitoring. The integration of DMAIC and FMEA helps prioritize corrective actions more systematically. Overall, consistent implementation of these methods is expected to reduce defect rates, improve process stability, and ensure quality improvement in woven bag production.

Keywords : *DMAIC, FMEA, Quality Control, Woven Bag, Defect Reduction.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengendalian kualitas jahitan *woven bag* di PT. XYZ menggunakan metode DMAIC dan FMEA. Permasalahan utama yang dikaji adalah masih ditemukannya produk cacat pada proses *sewing*, terutama jahitan longgar, lipatan bibir karung tidak sesuai, dan lubang di sekitar jalur jahitan. Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, serta data produksi periode 1–15 Oktober dan 1–15 November 2025. Tahapan DMAIC digunakan untuk mendefinisikan karakteristik kualitas kritis, mengukur kinerja proses melalui DPMO dan level sigma, menganalisis penyebab kecacatan, menyusun usulan perbaikan, serta merancang pengendalian berkelanjutan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada Oktober 2025 produksi sebesar 803.469 pcs dengan 19.547 defect menghasilkan rata-rata DPMO 8.125,03 dan level sigma 3,91. Pada November 2025 produksi meningkat menjadi 888.408 pcs dengan 18.894 defect, rata-rata DPMO menurun menjadi 7.177,69 dan level sigma naik menjadi 3,95. Analisis FMEA menunjukkan risiko tertinggi terdapat pada cacat jahitan longgar, disebabkan tegangan benang rendah, jarum aus, kualitas benang kurang baik, dan ketelitian operator rendah. Usulan perbaikan meliputi standardisasi setting mesin, penerapan SOP, inspeksi rutin, maintenance terjadwal, serta monitoring kualitas berbasis data statistik. Penerapan kombinasi DMAIC dan FMEA terbukti membantu perusahaan memetakan prioritas perbaikan secara lebih terukur. Dengan pengendalian yang konsisten, perusahaan diharapkan mampu menurunkan tingkat *defect*, meningkatkan stabilitas proses, dan menjaga kualitas produk *woven bag* secara berkelanjutan pada proses produksi jahitan.

Kata Kunci : *DMAIC, FMEA, Pengendalian Kualitas, Woven Bag, Defect Jahitan.*

PENDAHULUAN

Di tengah arus globalisasi dan dinamika pasar yang kian kompetitif, sektor manufaktur Indonesia dihadapkan pada persoalan mendasar terkait pemeliharaan mutu barang agar sejalan dengan standar global serta peningkatan apresiasi konsumen (Suhairi dkk. 2022). Kualitas produk menjadi aspek penting bagi perusahaan dalam menarik minat konsumen. Oleh karena itu, perusahaan senantiasa berupaya mengembangkan metode yang efektif untuk meningkatkan hasil produknya melalui penerapan system dalam pengendalian kualitas (Agus Susanto, 2017). Industri pengemasan, yang mencakup pembuatan tas anyaman atau karung plastik (*woven bag*), memiliki fungsi untuk menunjang rantai pasok dan distribusi komoditas. Kualitas pada area jahitan (*sewing*) merupakan konsep dalam menentukan ketahanan dan integritas produk jadi pada karung plastik (*woven bag*), pada proses penyambungan atau jahitan yang rentan terhadap variasi faktor lingkungan dan operasional. Untuk itu, penerapan metodologi kuantitatif dalam manajemen mutu sangat dibutuhkan untuk menghitung dan menekan perbedaan ini melalui analisis statistik, demi mengoptimalkan kinerja operasional dan meminimalkan kecacatan.

Tas anyaman atau karung plastik (*woven bag*) secara eksklusif dibuat dari *polypropylene* (PP) murni dan *polypropylene* (PP) daur ulang. *Polypropylene* (PP) murni yaitu suatu polimer termoplastik semi-kristalin dengan formula kimia (C_3H_6), yang diproduksi oleh sektor kimia dan diaplikasikan pada berbagai keperluan, termasuk dalam manufaktur kemasan, bahan tekstil (seperti tali, pakaian termal, dan karpet), alat tulis, aneka jenis wadah yang dapat digunakan kembali dan komponen plastik, instrumen laboratorium, peranti pengeras suara, elemen kendaraan, serta mata uang kertas yang terbuat dari polimer. Sementara itu, *polypropylene* (PP) daur ulang adalah produk yang diperoleh dari pemrosesan kembali limbah PP murni melalui proses mekanis seperti pembersihan, pelelehan (*ekstrusi*) dan pencetakkan. Yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan sambil mempertahankan sifat dasar polimer tersebut. Bahan olahan ini sering digunakan sebagai alternatif berkelanjutan dalam pembuatan tas anyaman (*woven bag*), dengan pemanfaatan yang sebanding dalam segmen pengemasan industrial, tas anyaman, serta barang-barang tekstil ramah lingkungan. Dengan mudah disimpulkan bahwa bahan PP daur ulang juga memiliki sifat mekanik yang sama dengan PP yang murni (Jun & Juwono, 2011)

PT. XYZ merupakan perusahaan yang saat ini bergerak di bidang industri dan perdagangan karung plastik (*woven bag*) dan produk plastik lainnya. PT. XYZ saat ini berlokasi di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Berdasarkan hasil observasi di PT. XYZ ditemukan banyak produk cacat pada tahap QC (*quality control*) khususnya berupa ketidaksesuaian spesifikasi pada produk karung plastik (*woven bag*). Sampai saat ini, perusahan belum menerapkan pendekatan statistik untuk mengurangi jumlah produk cacat pada produksi karung plastik (*woven bag*). Kondisi ini berpotensi menimbulkan kerugian finansial yang signifikan jika tidak segera diatasi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diajukan salah satu solusi alternatif berupa penerapan metode *Six Sigma* sebagai upaya untuk meminimalkan jumlah produk cacat pada proses produksi karung plastik (*woven bag*).

Six Sigma, merupakan sebuah metodologi yang bersumberkan pada data dan pertama kali dikembangkan oleh Motorola pada tahun 1980-an, metodologi *Six Sigma* bertujuan untuk meningkatkan kualitas proses manufaktur dan bisnis melalui identifikasi serta meminimalkan penyebab cacat, sekaligus meminimalkan variabilitas operasional yang telah menunjukkan efektivitasnya dalam membatasi ketidaksesuaian dalam suatu proses hingga pada tingkat 3,4 cacat per juta kesempatan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dengan mengadopsi kerangka kerja DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) (Prabu dkk. 2013). Kerangka kerja

ini mengutamakan analisis kuantitatif dengan memanfaatkan instrumen statistik seperti diagram kendali (*control chart*), analisis kapabilitas proses (*Cp dan Cpk*), serta analisis akar penyebab (*root cause analysis*) untuk mengenali dan memberantas sumber-sumber variabilitas. Didunia manufaktur, penerapan metodologi DMAIC *Six Sigma* telah diaplikasikan secara sukses pada beragam sektoral, termasuk industri pengolahan plastik dan tekstil. Menurut (Didiharyono dkk. 2018) penerapan langkah-langkah pada pendekatan DMAIC secara sistematis merupakan pendekatan penting untuk mencapai peningkatan kualitas secara efektif dan berkelanjutan. DMAIC juga sangat membantu perusahaan untuk mendefinisikan masalah kualitas, mengukur kinerja proses melalui indicator DPMO dan level sigma, menganalisis akar masalah, menyusun usulan perbaikan, dan merancang kontrol agar perbaikan bersifat berkelanjutan. Pendekatan kuantitatif menggunakan Six Sigma saja seringkali belum cukup untuk menggambarkan risiko kegagalan secara akurat di setiap tahapan proses. Pada titik ini, *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) menjadi pelengkap yang penting. FMEA merupakan metode analisis sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam produk dan proses, menilai dampaknya, mengukur tingkat risikonya, dan memprioritaskan perbaikan. Organisasi mutu seperti *American Society for Quality* (ASQ) mendefinisikan FMEA sebagai pendekatan bertahap untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi kegagalan dalam desain, proses manufaktur, produk, atau layanan, dengan tujuan mengurangi atau menghilangkan kejadiannya. Menurut (Aiman, 2023) Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan, memberikan rekomendasi perbaikan, dan menilai risiko kecacatan produk berdasarkan tingkat keparahan, probabilitas terjadinya, dan deteksi kegagalan. (Widyarto dkk. 2015) Mengatakan bahwa, di dalam industri kemasan, FMEA telah digunakan untuk menganalisis cacat seperti kerusakan fisik kemasan, ketidaksempurnaan visual, dan ketidaksesuaian spesifikasi, kemudian merumuskan tindakan perbaikan untuk mengurangi cacat.

Dengan mengombinasi penerapan metode Six Sigma DMAIC dan FMEA, dapat membantu perusahaan dalam mengukur kinerja kualitas jahitan woven bag, mengidentifikasi jenis cacat jahit yang paling dominan dan kritis, menelusuri akar permasalahannya, serta menentukan prioritas tindakan perbaikan berdasarkan tingkat risikonya. Menurut (Rifaldi & Sudarwati, 2024) Penerapan Six Sigma dan FMEA adalah alat yang sangat efektif dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mengurangi cacat produk.

METODE

Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, serta data produksi periode 1–15 Oktober dan 1–15 November 2025. Tahapan DMAIC digunakan untuk mendefinisikan karakteristik kualitas kritis, mengukur kinerja proses melalui DPMO dan level sigma, menganalisis penyebab kecacatan, menyusun usulan perbaikan, serta merancang pengendalian berkelanjutan. Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan Six Sigma melalui tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) serta analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang dapat membantu memprediksi terjadinya kesalahan atau kecacatan dengan menggunakan Langkah-langkah yang terstruktur dan terukur.

Analisis

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data awal dari perusahaan menggunakan metode DMAIC dan FMEA. Data dianalisis untuk mengetahui jumlah *defect*, nilai DPMO, level

sigma, jenis cacat dominan, serta penyebab dan tingkat risiko (RPN), sehingga diperoleh dasar untuk rencana perbaikan kualitas jahitan pada proses produksi *woven bag*.

Tahap Define

CTQ (Critical to Quality)

Tahap *define* (identifikasi) merupakan tahap awal dalam penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas jahitan pada produk karung plastik (*woven bag*) atau CTQ (*Critical to Quality*). Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan, ditemukan beberapa jenis *defect* pada proses jahitan *woven bag* yang menjadi fokus dalam penelitian ini. *Defect* pada jahitan karung plastik (*woven bag*) yaitu jahitan longgar, lipatan bibir karung tidak sesuai dan lubang disekitar jalur jahitan.

Pengolahan Data *Defect* Kumulatif

$$Kumulatif = Jumlah\ Data\ Sebelumnya + Data\ Saat\ Ini$$
$$= 7180 + 5993 = 13173$$

$$(Persentase)\% = \frac{Nilai}{Total} \times 100\%$$
$$= \frac{7180}{19537} \times 100\% = 36{,}75\ \%\ (36{,}8\%)$$

$$\%\ Kumulatif = (Jumlah\ Data\ Sebelumnya + Data\ Saat\ Ini) \times 100\%$$
$$= (30{,}7\% + 36{,}8\%) \times 100\% = 67{,}43\%\ (67{,}4\%)$$

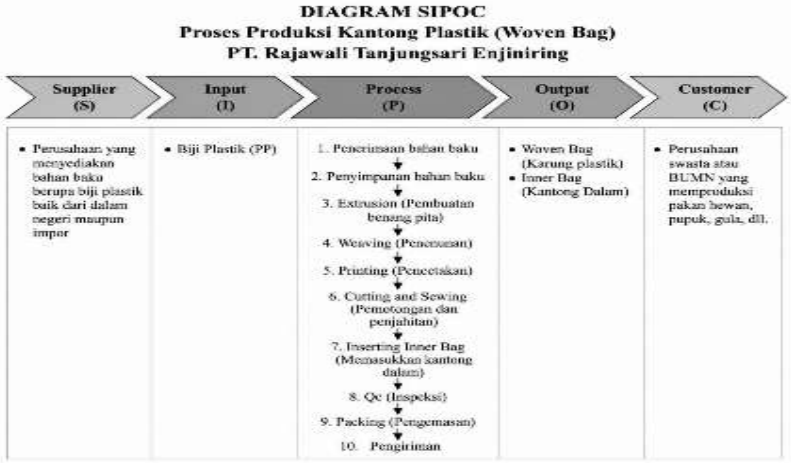
Tabel 1. Perhitungan Kumulatif *Defect*

1 – 15 Oktober 2025					
No.	**Nama Defect**	**Jumlah Defect**	**Kumulatif**	**%**	**%kumulatif**
1	Jahitan Longgar	7181	7181	36,7%	36,7%
2	Lipatan bibir karung tidak sesuai	5996	13177	30,7%	67,4%
3	Lubang disekitar jalur jahitan	6370	19547	32,6%	100%
	Jumlah	19547	39905		
1 – 15 November 2025					
No.	**Nama Defect**	**Jumlah Defect**	**Kumulatif**	**%**	**%kumulatif**
1	Jahitan Longgar	6035	6035	31,9%	31,9%
2	Lipatan bibir karung tidak sesuai	6396	12431	33,9%	65,8%
3	Lubang disekitar jalur jahitan	6463	18894	34,2%	100,0%
	Jumlah	18894	37360		

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa pada periode 1–15 Oktober 2025 terdapat total 19.547 defect dengan tiga jenis cacat utama yaitu jahitan longgar dengan persentase (36,7%), lipatan bibir karung tidak sesuai (30,7%), dan lubang di sekitar jalur jahitan (32,6%). Sementara itu, pada periode 1–15 November 2025 jumlah *defect* 18.894, dengan urutan dominan lubang di sekitar jalur jahitan (34,2%), lipatan bibir karung tidak sesuai (33,9%), dan jahitan longgar (31,9%). Secara umum, jenis cacat masih didominasi tiga masalahutama yang sama sehingga perlu pengendalian kualitas lanjutan pada proses jahitan produksi *woven bag*.

Diagram SIPOC

Diagram SIPOC menggambarkan alur proses produksi kantong plastik yang terdiri dari supplier, input, proses, output, dan customer. Diagram ini digunakan untuk memetakan seluruh tahapan produksi mulai dari pengadaan bahan baku hingga menjadi produk jadi yang siap dikirim kepada konsumen. Berikut ditampilkan diagram SIPOC pada produk *woven bag*:



Gambar 1. Diagram SIPOC Produksi *Woven Bag*

Tahap Measure

Tahap measure merupakan tahap operasional yang kedua dalam upaya peningkatan kualitas dengan metode DMAIC. Tahap ini dilakukan untuk mengukur kinerja proses produksi jahitan karung plastik (*woven bag*) yang dinyatakan dalam DPU (*Defect per Unit*), DPO (*Defect per Opportunities*), dan DPMO (*Defect per Million Opportunities*) atau dikonversi ke nilai sigma.

Pengolahan Peta Kendali (p-*chart*)

A. Menghitung presentase *defect*

$$\boldsymbol{p} = \frac{\boldsymbol{Jumlah\ Defect}}{\boldsymbol{Jumlah\ Produksi}} = \frac{721}{72.571} = 0{,}0099351\ (0{,}010)$$

B. Menghitung CL

$$\boldsymbol{CL} = \frac{\sum \boldsymbol{Jumlah\ Defect}}{\sum \boldsymbol{Jumlah\ Produksi}} = \frac{\sum 7180}{\sum 803.469} = 0{,}0089363\ (0{,}0089)$$

C. Menghitung UCL

$$\mathbf{UCL} = \overline{\boldsymbol{p}} + \mathbf{3}\sqrt{\frac{\overline{\boldsymbol{p}}(\mathbf{1}-\overline{\boldsymbol{p}})}{\boldsymbol{n}}} = 0{,}0089 + 3\sqrt{\frac{0{,}0089(1-0{,}0089)}{72.571}} = 0{,}0099459\ (0{,}0099)$$

D. Menghitung LCL

$$\mathbf{LCL} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0{,}0089 - 3\sqrt{\frac{0{,}0089(1-0{,}0089)}{72.571}} = \ 0{,}0078541 \ (0{,}0079)$$

Berikut merupakan perhitungan p-*chart* pada cacat jahitan longgar:

Tabel 2. p-chart Cacat Jahitan Longgar

No.	Tanggal	Jumlah Produksi /pcs	Jumlah Kecacatan	P	CL	UCL	LCL
1	01-Okt-25	72.571	721	0,0099	0,0089	0,0099	0,0079
2	02-Okt-25	22.485	97	0,0043	0,0089	0,0108	0,0070
3	03-Okt-25	45.773	138	0,0030	0,0089	0,0102	0,0076
4	04-Okt-25	48.406	298	0,0062	0,0089	0,0102	0,0076
5	05-Okt-25	46.649	584	0,0125	0,0089	0,0102	0,0076
6	06-Okt-25	59.989	930	0,0155	0,0089	0,0101	0,0077
7	07-Okt-25	40.167	314	0,0078	0,0089	0,0103	0,0075
8	08-Okt-25	42.324	296	0,0070	0,0089	0,0103	0,0075
9	09-Okt-25	64.316	625	0,0097	0,0089	0,0100	0,0078
10	10-Okt-25	78.536	825	0,0105	0,0089	0,0099	0,0079
11	11-Okt-25	54.164	483	0,0089	0,0089	0,0101	0,0077
12	12-Okt-25	46.710	396	0,0085	0,0089	0,0102	0,0076
13	13-Okt-25	69.604	634	0,0091	0,0089	0,0100	0,0078
14	14-Okt-25	67.110	705	0,0105	0,0089	0,0100	0,0078
15	15-Okt-25	44.665	135	0,0030	0,0089	0,0102	0,0076
	Jumlah	803.469	7181				
No.	**Tanggal**	**Jumlah Produksi /pcs**	**Jumlah Kecacatan**	**P**	**CL**	**UCL**	**LCL**
16	01-Nov-25	61.397	360	0,0059	0,0068	0,0078	0,0058
17	02-Nov-25	69.880	362	0,0052	0,0068	0,0077	0,0059
18	03-Nov-25	71.971	435	0,0060	0,0068	0,0077	0,0059
19	04-Nov-25	54.273	382	0,0070	0,0068	0,0079	0,0057
20	05-Nov-25	64.524	366	0,0057	0,0068	0,0078	0,0058
21	06-Nov-25	65.807	301	0,0046	0,0068	0,0078	0,0058
22	07-Nov-25	78.663	691	0,0088	0,0068	0,0077	0,0059
23	08-Nov-25	71.277	460	0,0065	0,0068	0,0077	0,0059
24	09-Nov-25	58.938	445	0,0076	0,0068	0,0078	0,0058

25	10-Nov-25	58.666	584	0,0100	0,0068	0,0078	0,0058
26	11-Nov-25	55.486	409	0,0074	0,0068	0,0078	0,0058
27	12-Nov-25	41.110	351	0,0085	0,0068	0,0080	0,0056
28	13-Nov-25	36.731	348	0,0095	0,0068	0,0081	0,0055
29	14-Nov-25	46.341	235	0,0051	0,0068	0,0079	0,0057
30	15-Nov-25	53.344	306	0,0057	0,0068	0,0079	0,0057
	Jumlah	888.408	6.035				

Selanjutnya dilakukan perhitungan p-*chart* pada cacat lipatan bibir karung tidak sesuai, berikut merupakan tabel perhitungan p-*chart*:

Tabel 3. p-chart Lipatan Bibir Karung Tidak Sesuai

No.	Tanggal	Jumlah Produksi /pcs	Jumlah Kecacatan	P	CL	UCL	LCL
1	01-Okt-25	72.571	543	0,0075	0,0075	0,0085	0,0065
2	02-Okt-25	22.485	251	0,0112	0,0075	0,0092	0,0058
3	03-Okt-25	45.773	369	0,0081	0,0075	0,0087	0,0063
4	04-Okt-25	48.406	180	0,0037	0,0075	0,0087	0,0063
5	05-Okt-25	46.649	683	0,0146	0,0075	0,0087	0,0063
6	06-Okt-25	59.989	421	0,0070	0,0075	0,0086	0,0064
7	07-Okt-25	40.167	320	0,0080	0,0075	0,0088	0,0062
8	08-Okt-25	42.324	365	0,0086	0,0075	0,0088	0,0062
9	09-Okt-25	64.316	566	0,0088	0,0075	0,0085	0,0065
10	10-Okt-25	78.536	254	0,0032	0,0075	0,0084	0,0066
11	11-Okt-25	54.164	126	0,0023	0,0075	0,0086	0,0064
12	12-Okt-25	46.710	309	0,0066	0,0075	0,0087	0,0063
13	13-Okt-25	69.604	736	0,0106	0,0075	0,0085	0,0065
14	14-Okt-25	67.110	483	0,0072	0,0075	0,0085	0,0065
15	15-Okt-25	44.665	390	0,0087	0,0075	0,0087	0,0063
	Jumlah	803.469	5996				
No.	**Tanggal**	**Jumlah Produksi /pcs**	**Jumlah Kecacatan**	**P**	**CL**	**UCL**	**LCL**
16	01-Nov-25	61.397	258	0,0042	0,0072	0,0082	0,0062
17	02-Nov-25	69.880	308	0,0044	0,0072	0,0082	0,0062

18	03-Nov-25	71.971	574	0,0080	0,0072	0,0081	0,0063
19	04-Nov-25	54.273	368	0,0068	0,0072	0,0083	0,0061
20	05-Nov-25	64.524	392	0,0061	0,0072	0,0082	0,0062
21	06-Nov-25	65.807	478	0,0073	0,0072	0,0082	0,0062
22	07-Nov-25	78.663	668	0,0085	0,0072	0,0081	0,0063
23	08-Nov-25	71.277	589	0,0083	0,0072	0,0082	0,0062
24	09-Nov-25	58.938	428	0,0073	0,0072	0,0082	0,0062
25	10-Nov-25	58.666	538	0,0092	0,0072	0,0082	0,0062
26	11-Nov-25	55.486	548	0,0099	0,0072	0,0083	0,0061
27	12-Nov-25	41.110	243	0,0059	0,0072	0,0085	0,0059
28	13-Nov-25	36.731	321	0,0087	0,0072	0,0085	0,0059
29	14-Nov-25	46.341	344	0,0074	0,0072	0,0084	0,0060
30	15-Nov-25	53.344	339	0,0064	0,0072	0,0083	0,0061
	Jumlah	888.408	6396				

Selanjutnya dilakukan perhitungan p-*chart* pada cacat lubang disekitar lajur jahitan, berikut merupakan tabel perhitungan p-*chart*.

Tabel 4. *p-chart* Lubang Disekitar Lajur Jahitan

No.	Tanggal	Jumlah Produksi /pcs	Jumlah Kecacatan	P	CL	UCL	LCL
1	01-Okt-25	72.571	553	0,0076	0,0079	0,0089	0,0069
2	02-Okt-25	22.485	230	0,0102	0,0079	0,0097	0,0061
3	03-Okt-25	45.773	251	0,0055	0,0079	0,0091	0,0067
4	04-Okt-25	48.406	485	0,0100	0,0079	0,0091	0,0067
5	05-Okt-25	46.649	216	0,0046	0,0079	0,0091	0,0067
6	06-Okt-25	59.989	435	0,0073	0,0079	0,0090	0,0068
7	07-Okt-25	40.167	371	0,0092	0,0079	0,0092	0,0066
8	08-Okt-25	42.324	362	0,0086	0,0079	0,0092	0,0066
9	09-Okt-25	64.316	390	0,0061	0,0079	0,0089	0,0069
10	10-Okt-25	78.536	617	0,0079	0,0079	0,0088	0,0070

11	11-Okt-25	54.164	395	0,0073	0,0079	0,0090	0,0068
12	12-Okt-25	46.710	575	0,0123	0,0079	0,0091	0,0067
13	13-Okt-25	69.604	545	0,0078	0,0079	0,0089	0,0069
14	14-Okt-25	67.110	343	0,0051	0,0079	0,0089	0,0069
15	15-Okt-25	44.665	602	0,0135	0,0079	0,0092	0,0066
	Jumlah	803.469	6370				

No.	**Tanggal**	**Jumlah Produksi /pcs**	**Jumlah Kecacatan**	**P**	**CL**	**UCL**	**LCL**
16	01-Nov-25	61.397	322	0,0052	0,0073	0,0083	0,0063
17	02-Nov-25	69.880	299	0,0043	0,0073	0,0083	0,0063
18	03-Nov-25	71.971	412	0,0057	0,0073	0,0083	0,0063
19	04-Nov-25	54.273	293	0,0054	0,0073	0,0084	0,0062
20	05-Nov-25	64.524	687	0,0106	0,0073	0,0083	0,0063
21	06-Nov-25	65.807	447	0,0068	0,0073	0,0083	0,0063
22	07-Nov-25	78.663	479	0,0061	0,0073	0,0082	0,0064
23	08-Nov-25	71.277	562	0,0079	0,0073	0,0083	0,0063
24	09-Nov-25	58.938	461	0,0078	0,0073	0,0084	0,0062
25	10-Nov-25	58.666	508	0,0087	0,0073	0,0084	0,0062
26	11-Nov-25	55.486	555	0,0100	0,0073	0,0084	0,0062
27	12-Nov-25	41.110	467	0,0114	0,0073	0,0086	0,0060
28	13-Nov-25	36.731	248	0,0068	0,0073	0,0086	0,0060
29	14-Nov-25	46.341	453	0,0098	0,0073	0,0085	0,0061
30	15-Nov-25	53.344	270	0,0051	0,0073	0,0084	0,0062
	Jumlah	888.408	6463				

Pengolahan Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Berikut merupakan perhitungan nilai TOP (*Total Opportunities*), DPU (*Defect Per Unit*), DPO (*Defect Per Opportunities*), DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), serta nilai sigma pada jahitan produk *woven bag*:

$$\boldsymbol{TOP} = \boldsymbol{Jumlah\ Produksi\ x\ CTQ} = 72.571\ x\ 3 = 217.713$$

$$\boldsymbol{DPU} = \frac{\boldsymbol{Jumlah\ Cacat}}{\boldsymbol{Jumlah\ Produksi}} = \frac{1.817}{72.571} = 0{,}025038\ (0{,}25$$

$$\boldsymbol{DPO} = \frac{\boldsymbol{Jumlah\ Cacat}}{\boldsymbol{TOP}} = \frac{1.817}{217.713} = 0{,}0083458(0{,}0083)$$

$$DPMO = DPO\ x\ 1.000.000 = 0{,}0083\ x\ 1.000.000 = 8345{,}84981\ (8345{,}85)$$

$$\textbf{Level Sigma} = \textbf{NORMSINV}\left(\frac{\textbf{1.000.000} - \textbf{DPMO}}{\textbf{1,000,000}}\right) + \textbf{1.5}$$

$$= \text{NORMSINV}\left(\frac{1.000.000 - 8345{,}85}{1{,}000{,}000}\right) + 1.5$$

$$= 3{,}89343\ (3{,}89)$$

Tabel 5. DPMO dan Level Sigma

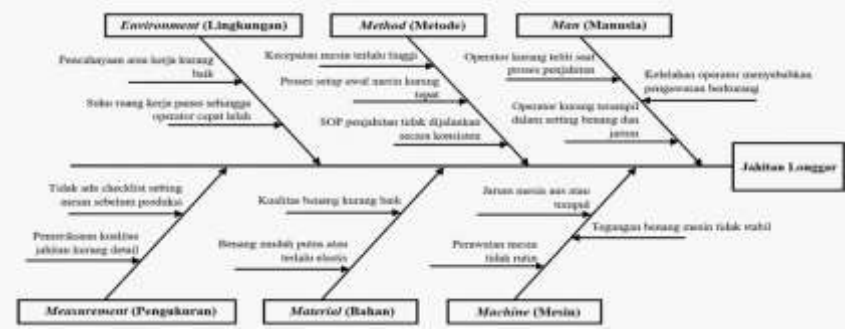
No.	Tanggal	Jumlah Produksi /pcs	Jumlah Kecacatan	CTQ	DPU	TOP	DPO	DPMO	Level Sigma
1	01-Okt-25	72.571	1.817	3	0,025	217713,00	0,0083	8345,85	3,89
2	02-Okt-25	22.485	578	3	0,026	67455,00	0,0086	8568,68	3,88
3	03-Okt-25	45.773	758	3	0,017	137319,00	0,0055	5519,99	4,04
4	04-Okt-25	48.406	963	3	0,020	145218,00	0,0066	6631,41	3,98
5	05-Okt-25	46.649	1.483	3	0,032	139947,00	0,0106	10596,87	3,80
6	06-Okt-25	59.989	1.786	3	0,030	179967,00	0,0099	9924,04	3,83
7	07-Okt-25	40.167	1.005	3	0,025	120501,00	0,0083	8340,18	3,89
8	08-Okt-25	42.324	1.023	3	0,024	126972,00	0,0081	8056,89	3,91
9	09-Okt-25	64.316	1.581	3	0,025	192948,00	0,0082	8193,92	3,90
10	10-Okt-25	78.536	1.696	3	0,022	235608,00	0,0072	7198,40	3,95
11	11-Okt-25	54.164	1.004	3	0,019	162492,00	0,0062	6178,77	4,00
12	12-Okt-25	46.710	1.280	3	0,027	140130,00	0,0091	9134,38	3,86
13	13-Okt-25	69.604	1.915	3	0,028	208812,00	0,0092	9170,93	3,86
14	14-Okt-25	67.110	1.531	3	0,023	201330,00	0,0076	7604,43	3,93
15	15-Okt-25	44.665	1.127	3	0,025	133995,00	0,0084	8410,76	3,89
	Jumlah	803.469	19.547			0,024328	**Rata-Rata**	8125,03	3,91
No.	**Tanggal**	**Jumlah Produksi /pcs**	**Jumlah Kecacatan**	**CTQ**	**DPU**	**TOP**	**DPO**	**DPMO**	**Level Sigma**
16	01-Nov-25	61.397	940	3	0,015	184191,00	0,0051	5103,40	4,07
17	02-Nov-25	69.880	969	3	0,014	209640,00	0,0046	4622,21	4,10
18	03-Nov-25	71.971	1.421	3	0,020	215913,00	0,0066	6581,35	3,98
19	04-Nov-25	54.273	1.043	3	0,019	162819,00	0,0064	6405,89	3,99
20	05-Nov-25	64.524	1.445	3	0,022	193572,00	0,0075	7464,92	3,93
21	06-Nov-25	65.807	1.226	3	0,019	197421,00	0,0062	6210,08	4,00
22	07-Nov-25	78.663	1.838	3	0,023	235989,00	0,0078	7788,50	3,92
23	08-Nov-25	71.277	1.611	3	0,023	213831,00	0,0075	7533,99	3,93
24	09-Nov-25	58.938	1.334	3	0,023	176814,00	0,0075	7544,65	3,93
25	10-Nov-25	58.666	1.630	3	0,028	175998,00	0,0093	9261,47	3,85
26	11-Nov-25	55.486	1.512	3	0,027	166458,00	0,0091	9083,37	3,86
27	12-Nov-25	41.110	1.061	3	0,026	123330,00	0,0086	8602,94	3,88
28	13-Nov-25	36.731	917	3	0,025	110193,00	0,0083	8321,76	3,89
29	14-Nov-25	46.341	1.032	3	0,022	139023,00	0,0074	7423,23	3,94
30	15-Nov-25	53.344	915	3	0,017	160032,00	0,0057	5717,61	4,03
	Jumlah	888.408	18.894			0,021267	**Rata-Rata**	7177,69	3,95

Tahap *Analyze*

Tahap ketiga dalam metode DMAIC adalah tahap *Analyze*, yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menemukan faktor-faktor penyebab permasalahan dalam proses jahitan pada produksi *woven bag*. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap beberapa aspek, yaitu identifikasi penyebab utama masalah kualitas yang melibatkan faktor manusia, mesin, material, dan metode, menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone* diagram) serta analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan prioritas penyebab masalah dengan menghitung *Risk Priority Number* (RPN).

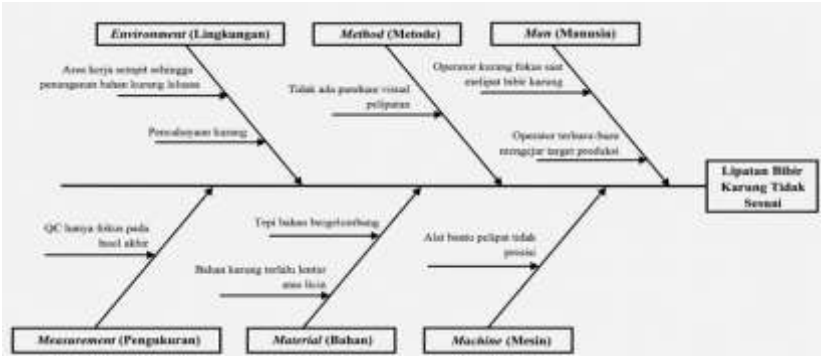
Pembuatan Diagram Sebab – Akibat *(Fishbone Diagram)*

Berikut Diagram Sebab Akibat Jahitan Longgar:



Gambar 2. Fishbone Diagram Cacat Jahitan Longgar

Berikut Diagram Sebab Akibat Cacat Lipatan Bibir Karung Tidak Sesuai



Gambar 3. Fishbone Diagram Cacat Lipatan Bibir Karung Tidak Sesuai

Diagram Sebab Akibat Cacat Lubang di Sekitar Jalur Jahitan



Gambar 4. Fishbone Diagram Cacat Lubang Disekitar Jalur Jahitan

Tahap *Improve*

Lipatan Bibir Karung Tidak Sesuai	
5w+1h	**Penjelasan**
***What* (Apa)**	Cacat Berupa Lipatan Bibir Karung Yang Tidak Rapi Atau Tidak Sesuai Standar.
***Why* (Mengapa)**	Disebabkan Oleh Teknik Operator Yang Tidak Konsisten, Tidak Adanya Panduan Visual, Serta Alat Bantu Lipat Yang Tidak Presisi.
***Where* (Di Mana)**	Terjadi Pada Proses Finishing/Lipatan Bibir Karung Di Area Produksi.
***When* (Kapan)**	Terjadi Pada Tahap Akhir Proses Produksi Sebelum Pengemasan.
***Who* (Siapa)**	Operator Bagian Finishing Dan Quality Control.
***How* (Bagaimana)**	Terjadi Karena Kurangnya Standar Kerja, Kondisi Bahan Tidak Stabil (Licin/Bergelombang), Serta Tekanan Target Produksi Yang Membuat Operator Terburu-Buru.

Tahap improve merupakan tahap pemberian usulan perbaikan yang ditujukan kepada perusahaan agar proses produksi dapat berjalan lebih optimal. Usulan perbaikan tersebut disusun berdasarkan hasil analisis menggunakan *fishbone* diagram.

Pengolahan Metode 5W+1H

Tabel 6. 5W+1H Cacat Jahitan Longgar

Jahitan Longgar	
5W+1H	**Penjelasan**
***What* (Apa)**	Cacat jahitan longgar pada produk karung plastik yang menyebabkan sambungan jahitan tidak kuat.
***Why* (Mengapa)**	Terjadi karena tegangan benang tidak stabil, jarum aus, serta operator kurang teliti saat proses penjahitan.
***Where*(Di mana)**	Terjadi pada area mesin jahit (proses sewing line produksi karung plastik).
***When* (Kapan)**	Terjadi saat proses penjahitan berlangsung pada tahap produksi utama.
***Who* (Siapa)**	Operator mesin jahit dan bagian maintenance mesin produksi.
***How* (Bagaimana)**	Terjadi akibat setting mesin yang kurang tepat, kelelahan operator, serta kurangnya pengawasan kualitas saat proses berjalan.

Tabel 7. 5W+1H Cacat Lipatan Bibir Karung Tidak Sesuai

Lipatan Bibir Karung Tidak Sesuai	
5W+1H	**Penjelasan**
***What* (Apa)**	Cacat berupa lipatan bibir karung yang tidak rapi atau tidak sesuai standar.
***Why* (Mengapa)**	Disebabkan oleh teknik operator yang tidak konsisten, tidak adanya panduan visual, serta alat bantu lipat yang tidak presisi.
***Where* (Di mana)**	Terjadi pada proses finishing/lipatan bibir karung di area produksi.
***When* (Kapan)**	Terjadi pada tahap akhir proses produksi sebelum pengemasan.
***Who* (Siapa)**	Operator bagian finishing dan quality control.

***How* (Bagaimana)**	Terjadi karena kurangnya standar kerja, kondisi bahan tidak stabil (licin/bergelombang), serta tekanan target produksi yang membuat operator terburu-buru.

Tabel 8. 5W+1H Cacat Cacat Lubang Disekitar Jalur Jahitan

5W+1H	Penjelasan
***What* (Apa)**	Cacat berupa munculnya lubang di sekitar jalur jahitan pada karung plastik.
***Why* (Mengapa)**	Disebabkan oleh jarum terlalu besar, bahan rapuh, kecepatan jahit tinggi, serta jarak jahitan yang terlalu rapat.
***Where* (Di mana)**	Terjadi pada area hasil jahitan di mesin produksi karung plastik.
***When* (Kapan)**	Terjadi selama proses penjahitan dan saat material melewati mesin jahit.
***Who* (Siapa)**	Operator mesin jahit, bagian quality control, dan bagian produksi.
***How* (Bagaimana)**	Terjadi karena tekanan jarum yang tidak sesuai, sinkronisasi mesin tidak stabil, serta kurangnya inspeksi bahan sebelum proses produksi.

Pengolahan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

***Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA)** merupakan metode analisis yang digunakan pada tahap untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memprioritaskan potensi kegagalan (*failure mode*) dalam suatu proses. Berikut penyusunan tabel FMEA proses jahitan *woven bag* untuk kemudahan dalam mendeteksi kegagalan:

Tabel 9. Perhitungan FMEA

No.	Jenis Cacat / Failure Mode	Dampak Kegagalan	S	Penyebab Potensial	O	Pengendalian Saat Ini	D
1.	Jahitan Longgar	Karung mudah terbuka	9	Tegangan benang terlalu rendah	7	Pemeriksaan ketegangan benang sebelum produksi	5
2.	Jahitan Longgar	Kekuatan sambungan menurun	9	Jarum aus atau kualitas benang rendah	7	Ganti jarum & benang sesuai standar	4
3.	Jahitan Longgar	Isi dapat tumpah	8	Operator kurang teliti saat menjahit	6	Supervisi operator & checklist visual	5
4.	Lipatan bibir karung tidak sesuai	Bentuk bibir karung tidak rapi	9	Teknik lipat operator tidak konsisten	7	Pelatihan teknik lipat untuk operator	4
5.	Lipatan bibir karung tidak sesuai	Ukuran tidak seragam	9	Alat bantu lipat tidak presisi	7	Kalibrasi alat bantu lipat sebelum produksi	4

No.	Jenis Cacat / Failure Mode	Dampak Kegagalan	S	Penyebab Potensial	O	Pengendalian Saat Ini	D
6.	Lipatan bibir karung tidak sesuai	Memengaruhi kualitas penutupan	8	Operator kurang berpengalaman	6	Supervisi kualitas & sampling QC	5
7.	Lubang di sekitar jalur jahitan	Karung bocor/robek	8	Jarum terlalu besar atau bahan rapuh	6	Pemilihan jarum & bahan sesuai standar	4
8.	Lubang di sekitar jalur jahitan	Kekuatan produk menurun	7	Jarak jahitan terlalu rapat / tekanan mesin terlalu tinggi	5	Penyesuaian jarak jahitan & tekanan mesin	5
9.	Lubang di sekitar jalur jahitan	Berisiko gagal saat pemakaian	7	Operator kurang hati-hati saat menjahit	5	Supervisi & pengecekan akhir sebelum packing	5

1. *Severity*

Severity merupakan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan oleh suatu jenis kegagalan terhadap kualitas produk. Penilaian *severity* dilakukan menggunakan skala 1 sampai 10, di mana nilai 1 menunjukkan dampak kegagalan yang sangat kecil, sedangkan nilai 10 menunjukkan dampak kegagalan yang sangat serius. Penentuan nilai *severity* pada penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil pengamatan, diskusi, dan pertimbangan kondisi aktual proses jahitan pada produksi *woven bag* di PT. XYZ.

2. *Occurrence*

Occurrence merupakan tingkat kemungkinan atau frekuensi terjadinya penyebab kegagalan dalam proses produksi. Penilaian *occurrence* menggunakan skala 1 sampai 10, di mana nilai yang semakin besar menunjukkan bahwa penyebab kegagalan semakin sering terjadi. Berdasarkan tabel FMEA, beberapa penyebab kegagalan memiliki nilai *occurrence* cukup tinggi karena berpotensi sering terjadi selama proses jahitan berlangsung.

3. *Detection*

Detection merupakan tingkat kemampuan pengendalian yang dilakukan untuk mendeteksi penyebab kegagalan sebelum produk cacat berlanjut ke proses berikutnya atau sampai ke konsumen. Penilaian *detection* menggunakan skala 1 sampai 10. Nilai *detection* yang rendah menunjukkan bahwa kegagalan lebih mudah dideteksi, sedangkan nilai yang tinggi menunjukkan bahwa kegagalan lebih sulit diketahui atau kontrol yang dilakukan belum maksimal. Berdasarkan tabel FMEA, nilai *detection* pada setiap kegagalan berkisar antara 4 sampai 5, yang menunjukkan bahwa proses pengendalian sudah dilakukan, tetapi masih perlu ditingkatkan agar potensi cacat dapat dicegah lebih awal.

4. *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* ditentukan, langkah berikutnya adalah menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN diperoleh dengan mengalikan ketiga faktor tersebut, yaitu:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Tabel 10. Perhitungan RPN

No	Jenis Cacat / *Failure Mode*	Penyebab Potensial	S	O	D	RPN
1.	Jahitan Longgar	Tegangan benang terlalu rendah	9	7	5	315
2.	Jahitan Longgar	Jarum aus atau kualitas benang rendah	9	7	4	252
3.	Jahitan Longgar	Operator kurang teliti saat menjahit	8	6	5	240
4.	Lipatan bibir karung tidak sesuai	Teknik lipat operator tidak konsisten	9	7	4	252
5.	Lipatan bibir karung tidak sesuai	Alat bantu lipat tidak presisi	9	7	4	252
6.	Lipatan bibir karung tidak sesuai	Operator kurang berpengalaman	8	6	5	240
7.	Lubang di sekitar jalur jahitan	Jarum terlalu besar atau bahan rapuh	8	6	4	192
8.	Lubang di sekitar jalur jahitan	Jarak jahitan terlalu rapat / tekanan mesin terlalu tinggi	7	5	5	175
9.	Lubang di sekitar jalur jahitan	Operator kurang hati-hati saat menjahit	7	5	5	175

Tahap *Control*

Tahap terakhir dalam metode DMAIC adalah tahap *control*, yaitu melakukan pengawasan terhadap rencana tindakan perbaikan kualitas jahitan yang telah diusulkan pada produk *woven bag*. Pengawasan ini bertujuan agar rencana tindakan perbaikan tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan serta mampu memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen. Alat *control* berdasarkan rencana tindakan perbaikan usulan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 11. Rencana Tindakan dan Alat *Control*

Faktor Penyebab	Rencana Tindakan	Alat *Control*
Man (Manusia)	Perusahaan memberikan pelatihan secara berkala untuk meningkatkan keterampilan dan kompetensi karyawan dalam proses produksi. Dilakukan kegiatan *briefing* setelah jam kerja berakhir untuk menyampaikan informasi terkait product defect serta kendala	Kepala bagian produksi dan quality control melakukan pengawasan secara langsung saat proses kerja berlangsung untuk memastikan adanya peningkatan kualitas produk. Kepala bagian produksi juga melakukan monitoring dan pengecekan ulang terhadap aktivitas kerja karyawan guna meminimalkan kesalahan dalam proses produksi.

Faktor Penyebab	Rencana Tindakan	Alat *Control*
	yang terjadi selama proses produksi.	Pihak produksi dan quality control melakukan evaluasi dengan menghitung persentase produk cacat sebagai bahan analisis kualitas.
Machine (Mesin)	Melakukan perawatan dan pemeliharaan mesin produksi secara rutin, khususnya pada akhir jam kerja. Melaksanakan pengecekan dan servis mesin secara berkala pada saat kegiatan total cleaning maupun sebelum mesin digunakan kembali untuk mencegah kerusakan.	Operator pada shift berikutnya melakukan pengecekan dan pengawasan kondisi mesin pada akhir jam kerja. Tim maintenance melakukan inspeksi menyeluruh terhadap mesin untuk mendeteksi potensi kerusakan komponen serta menyusun jadwal perawatan mesin secara berkala.
Method (Metode)	1. Menyediakan prosedur kerja tertulis kepada seluruh karyawan yang disertai penjelasan singkat, jelas, dan mudah dipahami pada setiap awal pekerjaan. 2. Memberikan pedoman mengenai standar kualitas produk yang harus dipatuhi oleh karyawan selama proses produksi berlangsung.	Setelah SOP diberikan secara tertulis, kepala bagian produksi melakukan pengawasan langsung dengan berkeliling untuk memantau proses kerja karyawan di lapangan. Kepala bagian produksi juga melakukan evaluasi dan pengecekan ulang terhadap kinerja karyawan guna memastikan tidak terjadi kesalahan dalam proses produksi.
Material (Bahan)	Melakukan pemeriksaan serta seleksi bahan baku secara lebih teliti untuk memastikan bahan yang digunakan memiliki kualitas yang sesuai standar perusahaan.	Setiap operator wajib memeriksa kualitas bahan baku sebelum digunakan, melakukan pengecekan bahan yang diterima dari gudang, serta memastikan tidak terdapat cacat produk selama proses produksi berlangsung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada proses produksi jahitan karung plastik (woven bag) di PT. XYZ dengan menggunakan metode DMAIC dan FMEA, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengendalian kualitas proses jahitan *woven bag* masih belum sepenuhnya stabil dan optimal. Hal ini terlihat dari masih ditemukannya *defect* pada setiap periode pengamatan. Berdasarkan hasil perhitungan DPMO dan level sigma, proses produksi masih berada pada tingkat kualitas industri menengah, sehingga perusahaan masih memerlukan perbaikan secara berkelanjutan.
2. Jenis *defect* utama atau CTQ yang ditemukan pada proses jahitan woven bag terdiri dari tiga

jenis, yaitu: jahitan longgar, lipatan bibir karung tidak sesuai, dan lubang di sekitar jalur jahitan. Ketiga defect tersebut menjadi penyebab utama ketidaksesuaian produk pada proses *quality control* dan berkontribusi besar terhadap jumlah produk cacat.

3. Berdasarkan analisis FMEA, penyebab *defect* dengan nilai RPN tertinggi terdapat pada *defect* jahitan longgar. Faktor penyebab utamanya adalah tegangan benang terlalu rendah, jarum aus atau kualitas benang rendah, serta operator kurang teliti saat proses penjahitan. Kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko kegagalan pada proses jahitan dan memengaruhi kualitas produk akhir.
4. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan adalah menerapkan pengendalian proses secara lebih terstruktur dan berkelanjutan, meliputi standar disasi *setting* mesin, peningkatan kedisiplinan operator dalam menjalankan SOP, pengecekan dan *maintenance* mesin secara rutin, serta monitoring kualitas berbasis data statistik untuk menurunkan tingkat *defect* dan meningkatkan stabilitas proses produksi.Oleh karena itu, PT. XYZ diperlukan perbaikan berkelanjutan melalui penerapan metode DMAIC dan FMEA, terutama pada pengendalian proses, kedisiplinan kerja, dan *maintenance* mesin agar *defect* dapat dikurangi dan kualitas produk meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad Davit Hardianto, W. S. (2025). Analisa Kecacatan Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, *9*, 416–424.

AGUS SUSANTO, N. I. M. 12660017. (2017). *Analisis Pengendalian Kualitas Tekstil Dengan Pendekatan Six Sigma-Dmaic Di Pt Primissima Sleman Yogyakarta*. *12660017*, 104. https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/26806/

Aiman, M. H. (2023). Analisis Kecacatan Produk Pada Mesin Pemotongan Dengan Menggunakan Metode FMEA. *Jurnal Teknik Industri*, *9*(2), 577–587.

Atmaca, E., & Girenes, S. S. (2013). Lean Six Sigma methodology and application. *Quality & Quantity*, *47*(4), 2107–2127.

Basuki, A., & Chusnayaini, I. (2021). Identifikasi resiko kegagalan proses penyebab terjadinya cacat produk dengan metode FMEA-SAW. *Matrik: Jurnal Manajemen Dan Teknik Industri Produksi*, *22*(1), 37–44.

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.

Didiharyono, D., Marsal, M., & Bakhtiar, B. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Metode Six-Sigma Pada Industri Air Minum PT Asera Tirta Posidonia, Kota Palopo. *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, *7*(2), 163. https://doi.org/10.35580/sainsmat7273702018

DOUGLAS C. MONTGOMERY. (2009). *Statistical Quality Control*. Permissions Department, John Wiley & Sons, Inc.

Faris Yasin Rochmatullah, R. R. (2025). Penerapan Metode Six Sigma dan FMEA untuk Pengurangan Cacat dalam Produksi Tas Anyaman. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, *10*.

Fransiscus, H., Juwono, C. P., & Astari, I. S. (2014). Implementasi metode six sigma DMAIC

untuk mengurangi paint bucket cacat di PT X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, *3*(2), 53–64.

Gasperz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma: Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000 MBNQA & HACCP*. Gramedia Pustaka Utama.

I Dewa Putu Aditya Rai Artawidia, N. U. H. (2024). *ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI PAKAN UDANG DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL PADA PT CPB*.

Jun, B. J. H., & Juwono, A. L. (2011). Studi Perbandingan Sifat Mekanik Polypropylene Murni Dan Daur Ulang. *MAKARA of Science Series*, *14*(1). https://doi.org/10.7454/mss.v14i1.461

Kaban, R. (2014). Pengendalian Kualitas Kemasan Plastik Pouch Menggunakan Statistical Procces Control (SPC) di PT Incasi Raya Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, *13*(1), 518–547.

Lili Karmela Fitriani dan Aglin Tiara Putry. (2020). PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN METODE SIX SIGMA UNTUK MENEKAN TINGKAT KERUSAKAN PRODUK. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, *5*.

Nurkholiq, A., Saryono, O., & Setiawan, I. (2019). Analisis pengendalian kualitas (quality control) dalam meningkatkan kualitas produk. *Jurnal Ekonologi Ilmu Manajemen*, *6*(2), 393–399.

Phengky Pangestu, F. F. (2018). *Implementasi Six Sigma dalam Peningkatan Kualitas Proses Produksi LED TV di PT Sharp Electronics Indonesia*. *17*, 152–164.

Prabu, K., Makesh, J., Naveen Raj, K., Devadasan, S. R., & Murugesh, R. (2013). Six sigma implementation through DMAIC: A case study. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, *3*(3), 386–400. https://doi.org/10.1504/IJPMB.2013.058162

Radu Godina, B. G. S. and P. E.-C. (2021). *A DMAICIntegrated Fuzzy FMEAModel: ACaseStudyinthe Automotive Industry*.

Rahmawati, B. D., & Maharani, N. N. B. (2023). Assessing Cause of Defect Using Failure Mode and Effect Analysis. *Spektrum Industri*, *21*(1), 1–7. https://doi.org/10.12928/si.v21i1.91

Rifaldi, M., & Sudarwati, W. (2024). Penerapan Metode Six Sigma dan FMEA Sebagai Usaha untuk Menggurangi Cacat pada Produk Bracket. *Prosiding Semnastek*.

Risma Dwi Sukma Wardani, N. R. (2025). *Analisis pengendalian kualitas pada mesin potong jahit dalam proses produksi Woven Bag menggunakan metode SQC dan FMEA di PT . XYZ*. *8*(1), 605–614.

Sharma, R. K. (2021). Quality management tools and standards. *Springer Tracts in Mechanical Engineering*, 25–62. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9512-7_2

Shaymaa M. M. El-Awady. (2023). *Overview of Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): A Patient Safety Tool*.

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)*, *2*(03), 254–290.

Siska Apri Andita, Siti Rahayu, dan H. W. (2025). Penerapan Metode Six Sigmadan FMEA untuk Meningkatkan Kualitas Produk di Industri Manufaktur Otomotif. *KaLIBRASI*, *8*, 58–69.

Sugianto, A. A., & Titisari, M. A. (2025). ANALISIS PEMBOROSAN (WASTE) PADA PROSES PACKING KERUPUK MENGGUNAKAN VALUE STREAM MAPPING (VSM) PADA PERUSAHAAN MAKANAN RINGAN. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, *5*(1), 80–90.

Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Suhairi, S., Hidayat, A., Yasmita, H., Sirait, M. K. S., & Reitandi, R. (2022). Analisis Kebijakan Produk Dalam Perkembangan Pemasaran Global di Indonesia. *Jurnal Manajemen Akuntansi (JUMSI)*, *2*(4), 938–942.

Suwanda, S. (2024). The role of the six sigma method in controlling and improving product quality. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia (JIM-ID)*, *3*(01), 34–42. https://doi.org/10.58471/esaprom.v3i01.3858

Walujo, D. A., Koesdijati, T., & Utomo, Y. (2020). *Pengendalian kualitas*. Scopindo Media Pustaka.

Warsita, B. (2013). Evaluasi media pembelajaran sebagai pengendalian kualitas. *Jurnal Teknodik*, 92–101.

Widyarto, W. O., Dwiputra, G. A., & Kristiantoro, Y. (2015). Penerapan Konsep Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dalam Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnal Rekavasi*, *3*(1), 54–60.

Zare Mehrjerdi, Y. (2011). Six-Sigma: methodology, tools and its future. *Assembly Automation*, *31*(1), 79–88.