

Quality Control of Sandwich Panel Products Using Seven Tools and Six Sigma Methods

[Pengendalian Kualitas Produk Sandwich Panel Menggunakan Metode Seven Tools dan Six Sigma]

Herlyana Putra Azizul Hakim¹⁾, Wiwik Sulistiyowati^{*,2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: wiwik@umsida.com

Abstract. *PT XYZ is a company engaged in manufacturing that produces sandwich panels. The problem faced by this company is the large number of product defects during the production process in the October-December 2023 period amounting to 10% of total production. The purpose of this research is to identify product defect factors and provide technical recommendations to improve quality. The methods used are Seven Tools and Six Sigma to identify and evaluate potential failures at PT XYZ. The Seven Tools method by applying improvement steps and analyzing the types of defects with the Six Sigma method. The results showed that the factors causing product defects that can be seen from the fishbone diagram are known, namely, humans, machines, materials, and methods and provide suggestions for improvements that are applied to minimize the occurrence of defects. After the corrective action taken, it was able to minimize the number of defects by 5%.*

Keywords – *Quality Control; Seven Tools; Six Sigma; Sandwich Panel*

Abstrak. *PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur yang memproduksi sandwich panel. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan ini adalah banyaknya jumlah kecacatan produk selama proses produksi pada periode bulan Oktober-Desember 2023 sebesar 10% dari total produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor kecacatan produk serta memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan kualitas. Metode yang digunakan adalah Seven Tools dan Six Sigma untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan di PT. XYZ. Metode Seven Tools dengan menerapkan langkah perbaikan dan analisa jenis kecacatan dengan metode Six Sigma. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa diketahui faktor penyebab kecacatan produk yang dapat dilihat dari fishbone diagram yaitu, manusia, mesin, material, dan metode serta memberikan usulan perbaikan yang diterapkan dapat meminimalisir terjadinya kecacatan. Setelah dilakukannya tindakan korektif yang dilakukan mampu meminimalisasi jumlah cacat sebesar 5%.*

Kata Kunci – *Pengendalian Kualitas; Seven Tools; Six Sigma; Sandwich Panel*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kualitas produk ditentukan oleh kapasitasnya untuk memenuhi kebutuhan eksplisit dan implisit dari pelanggan [1]. Kualitas produk merupakan faktor yang harus dijaga oleh perusahaan dalam meningkatkan daya saing dan loyalitas konsumen, melalui pengendalian kualitas yang tersusun dan terkendali akan dapat secara efektif menghilangkan pemborosan dan meningkatkan kemampuan perusahaan untuk bersaing [2]. Sebagaimana ditunjukkan oleh ISO-8402, kualitas adalah jenis merek dagang secara keseluruhan suatu item atau administrasi dalam suatu karya memuaskan kebutuhan pelanggan [3]. Pengendalian kualitas bertujuan untuk menjamin bahwa siklus diselesaikan dengan cara yang sesuai dengan pedoman yang ditetapkan dan kemudian menghasilkan barang atau layanan yang memenuhi standar [4]. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan produk berkualitas tinggi yang memenuhi harapan pelanggan, suatu perusahaan harus mampu memahami apa yang diharapkan oleh pelanggan [5]. Ada beberapa pendekatan untuk melakukan pengendalian kualitas antara lain dengan menggunakan pekerja terampil, mesin dan peralatan produksi berteknologi tinggi dan persediaan material berkualitas tinggi [6].

Dalam sebuah perusahaan, masalah produk rusak merupakan permasalahan yang kritis. Selain jelas tidak layak untuk dijual kepada pelanggan, produk yang rusak juga berdampak buruk pada kemampuan perusahaan dalam menghasilkan keuntungan. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kerusakan produk meliputi, peralatan yang digunakan selama produksi tidak memadai, kecerobohan pekerja dan pengawasan proses kerja yang tidak memadai [7]. Produk yang secara fisiknya tidak layak untuk digunakan sebagai barang jadi tetapi nantinya dapat diperbaiki dan

dipasarkan sebagai barang *second grade* [8]. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh PT. XYZ adalah tingkat produk *defect* yang sangat tinggi. Dalam tiga bulan terakhir persusahaan ini mengalami penurunan kualitas produknya sebesar 10% dari batas standar yang ditentukan sebesar 5%. Produk yang dihasilkan dalam kondisi bagus sebesar 2.639 pcs dan produk *defect* sebesar 278 pcs. Sehubungan adanya produk *defect* yang tinggi perusahaan mengalami kerugian dalam segi material maupun finansial. Hal ini disebabkan karena produk tidak layak untuk dijual dengan harga normal yang telah mengeluarkan biaya material yang banyak [9]. Dengan demikian meningkatnya produk *defect* yang dialami oleh perusahaan maka harus ada upaya melakukan perbaikan dan mendorong segala metode perbaikan.

Penggunaan metode *seven tools* dan *six sigma* telah banyak digunakan oleh perusahaan lain dalam meminimalisir produk *defect* yang dilakukan oleh perusahaan. Hal ini sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh K. Damayant [10], metode *seven tools* yang biasa digunakan untuk menganalisis adanya kecacatan dan berusaha untuk meminimalisir kecacatan tersebut. Berdasarkan penelitian Astuti [11] juga membahas mengenai pengendalian kualitas produk menggunakan metode *seven tools* menunjukkan bahwa metode tersebut cukup baik dan efektif untuk menganalisis seberapa besar jenis-jenis kecacatan yang terjadi, serta dapat menjelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan pada produk tersebut. Metode *seven tools* merupakan tujuh perangkat yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh proses produksi, khususnya permasalahan yang berkesinambungan dengan kualitas produk [12]. *Six sigma* merupakan metodologi yang dapat dipahami sebagai proses pengukuran yang menggunakan instrument dan pendekatan statistik untuk menurunkan jumlah kesalahan produk menjadi lebih rendah sebesar 3,4 DPMO (*Defect per Million Opportunities*) atau sebesar 99,99 persen difokuskan untuk mencapai kepuasan konsumen [13]. *Six sigma* memiliki lima cara sistematis diantaranya yaitu fase *define, measure, analyze, improve* dan *control* [14].

Merujuk penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *seven tools* dan *six sigma*, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi *defect* pada produk *sandwich* panel dan faktor penyebab kecacatan produk *sandwich* panel. Serta memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas *sandwich* panel.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perusahaan PT. XYZ yang bertempat di kabupaten Pasuruan. PT. XYZ bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi *sandwich* panel, *roofing* panel, dan *sliding door*. Obyek yang akan diteliti sebagai sumber data dalam penelitian ini adalah hasil produksi dan peralatan yang digunakan pada proses produksi.

B. Pengumpulan Data

Tahapan pada pengumpulan data ini memiliki tiga metode adalah sebagai berikut :

1. Observasi (pengamatan)

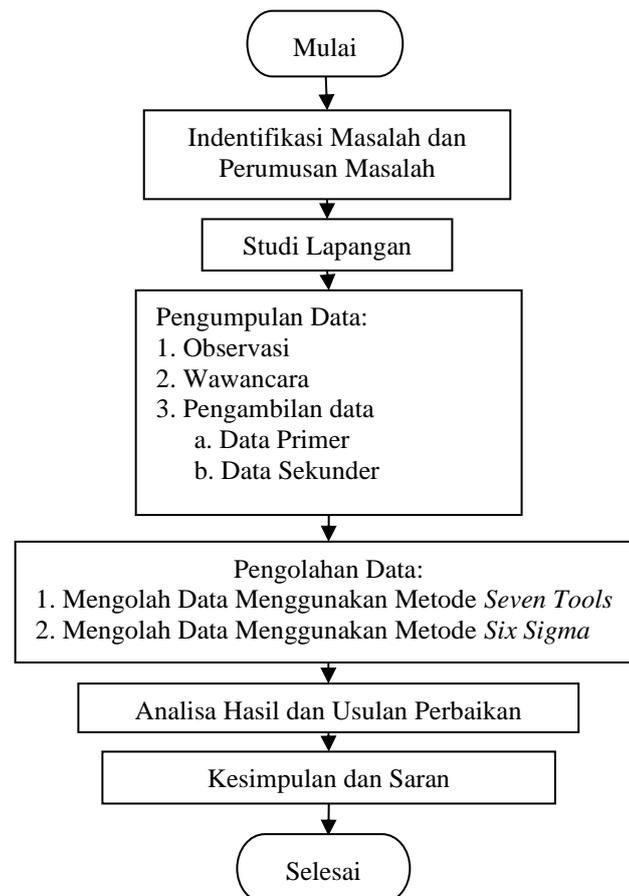
Pada tahap observasi ini dilakukan dengan cara pengamatan dilapangan untuk mendapatkan besarnya nilai presentase *defect* yang didapat dari hasil produksi.

2. Wawancara

Pada tahap wawancara yaitu pengumpulan data dengan cara tanya jawab dan berdiskusi kepada yang bersangkutan dalam hal ini informasi bisa didapatkan dari kepala produksi serta supervisor yang berkaitan dengan proses secara langsung.

3. Pengambilan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini yaitu data primer yang berupa data yang diperoleh dari lapangan yaitu kualitas produk (*quality rate*), jumlah produksi, jumlah produk *defect*. Sedangkan data sekunder diperoleh dari pihak perusahaan terutama yang berada di divisi produksi.



Gambar 1. Flowchart Penelitian.

C. Tahapan Penelitian dengan Mengintegrasikan *Seven Tools* dan *Six Sigma*

1. Metode *Seven Tools*

Metode *seven tools* merupakan tujuh perangkat yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh proses produksi, khususnya permasalahan yang berkesinambungan dengan mutu produk [12]. Berikut ini adalah deskripsi dari tujuh (7) alat statistik yang digunakan dalam pendekatan *seven tools* untuk mengidentifikasi berbagai jenis cacat dan penyebabnya pada produk.

1. *Flow Chart* (diagram alir)

Membuat *flow chart* dapat mempermudah melihat gambaran alur produksi, selain itu, dengan adanya *flow chart* dapat diketahui pada bagian produksi mana yang berpotensi menimbulkan produk cacat [15].

2. *Check Sheet* (lembar periksa)

Data yang diambil dari proses produksi terutama hasil produk *defect* disajikan dalam bentuk tabel yang disusun secara rapi serta terstruktur. Cara ini digunakan untuk mempermudah pemahaman data sehingga dapat melakukan analisa data lebih mendalam [15].

3. Histogram

Supaya memudahkan pembaca dan menjelaskan data dengan tepat, maka data akan diolah menjadi bentuk histogram yang akan menjadi alat penyajian data secara visual yang berbentuk grafis balok yang memperlihatkan nilai dalam bentuk angka [15].

4. Diagram Pareto

Setelah data disajikan dalam histogram, selanjutnya data disajikan dalam bentuk diagram pareto yang memperlihatkan data dalam bentuk grafis untuk mengetahui prosentase jenis produk cacat tertinggi [15].

5. *Scatter Diagram* (diagram pencar)

Scatter diagram adalah gambar yang menunjukkan hubungan yang mungkin terjadi (koneksi) antara himpunan dua jenis faktor dan menunjukkan kedekatan (tingkat) hubungan antara kedua faktor tersebut (kuat atau lemah) yang dinyatakan dengan koefisien koneksi. *Scatter* diagram juga dapat digunakan untuk memeriksa suatu variable dapat digunakan untuk menggantikan variable lain. Dalam pemanfaatannya, garis besar hamburan memerlukan kumpulan

informasi sebagai bahan ujian standar, khususnya kumpulan kualitas x sebagai faktor bebas yang dipadankan dengan kumpulan nilai y sebagai elemen dependen [16].

6. Control Chart (peta kendali)

Peta kendali merupakan metode grafik yang digunakan untuk mengevaluasi produk apakah dalam pengendalian yang baik maupun tidak, sehingga memecahkan masalah dan mendapatkan perbaikan kualitas [17]. Berikut merupakan langkah langkah pembuatan peta kendali p.

1. Menghitung Presentase Defect

$$P = \frac{np}{n} \quad (1)$$

Sumber: [17]

Keterangan:

np = *Quantity* produk defect dalam sub grup

n = *Quantity* produk yang diperiksa

2. Menghitung Garis Tengah

Garis tengah merupakan hasil *mean defect* produk (\bar{p})

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

Sumber: [17]

Keterangan:

\bar{p} = *Mean defect* produk

$\sum np$ = *Quantity* produk defect

$\sum n$ = *Quantity* total produk yang dilihat

3. Menghitung Batas Kendali Atas

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

Sumber: [17]

Keterangan:

\bar{p} = *Mean defect* produk

n = *Quantity* produksi

7. Fishbone Diagram (diagram sebab akibat)

Setelah diketahui permasalahan utama yang mencolok dengan menggunakan diagram pareto, maka akan dilakukan analisa faktor produk defect dengan mangaplikasikan diagaram sebab akibat, sehingga mempermudah analisis faktor-faktor penyebab terjadinya produk defect yang berlebih [15]. Fungsi *seven tools* antara lain untuk meningkatkan kapasitas perbaikan proses untuk mencapainya:

1. Meningkatkan kapasitas dalam bekerja.
2. Pengurangan biaya material dan dapat meningkatnya fleksibelitas produk.
3. Meningkatkan kapasitas SDM.

Kegunaan metode *seven tools* adalah sebagai berikut:

1. Memahami penyebab *problem* produk defect.
2. Mempersempit penyebab masalah.
3. Mencari faktor yang menjadi penyebab masalah.
4. Membuktikan faktor penyebab terjadinya masalah.
5. Menghindari kesalahan akibat kurangnya hari-hati.
6. Melihat hasil perbaikan [18].

2. Metode Six Sigma

Six sigma adalah pendekatan pengendalian kualitas yang mencoba meredamnya biaya dan meningkatkan loyalitas konsumen dengan mengurangi pemborosan melalui penciptaan interaksi dan penyampaian produk atau layanan [19]. *Six sigma* memiliki lima langkah sistematis yaitu fase *define, measure, analyze, improve* dan *control* [14].

1. Define

Tahap operasional pertama dari sebuah program peningkatan kualitas disebut tahap pendefinisian. Dalam situasi ini, penting untuk menguraikan setiap prosedur dan interaksi konsumen yang menyertainya. Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) harus dibuat untuk menentukan hal ini. Diagram ini sangat membantu untuk inisiatif peningkatan proses.[14].

2. Measure

Langkah penilaian kinerja dan disabilitas dikenal sebagai tahap pengukuran. Saat ini ada tiga item yang harus diselesaikan, secara khusus:

- a. Mengidentifikasi atribut kualitas yang sangat penting bagi kualitas *Critical to Quality* (CTQ).
- b. Ada tiga tahap dalam mengembangkan rencana untuk mengumpulkan data untuk pengukuran kualitas: tahap proses, *output*, dan hasil.

- c. Pengukuran kinerja awal, yaitu level sigma dan DPMO, yang merupakan pengukuran hasil awal yang digunakan dalam six sigma.

$$DPMO = \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Banyak produk yang diperiksa} \times \text{CTQ (critical to quality) potensial}} \times 1.000.000 \quad (4)$$

Sumber: [14]

Nilai DPMO suatu produk akan menggambarkan rata-rata pengukuran dari suatu proses[14].

3. *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahap identifikasi dan menentukan penyebab suatu masalah[14].

4. *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahapan pemberian usulan rencana tindakan perbaikan untuk melaksanakan peningkatan kualitas produk [14].

5. *Control*

Langkah terakhir dalam proses *six sigma* adalah tahap pengendalian. Tahap ini akan menjadi acuan kerja, membakukan dan mendistribusikan praktek-praktek terbaik yang telah terbukti meningkatkan hasil produksi, mendokumentasikan prosedur-prosedur, dan menyebarkan hasil-hasil peningkatan kualitas. [14].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

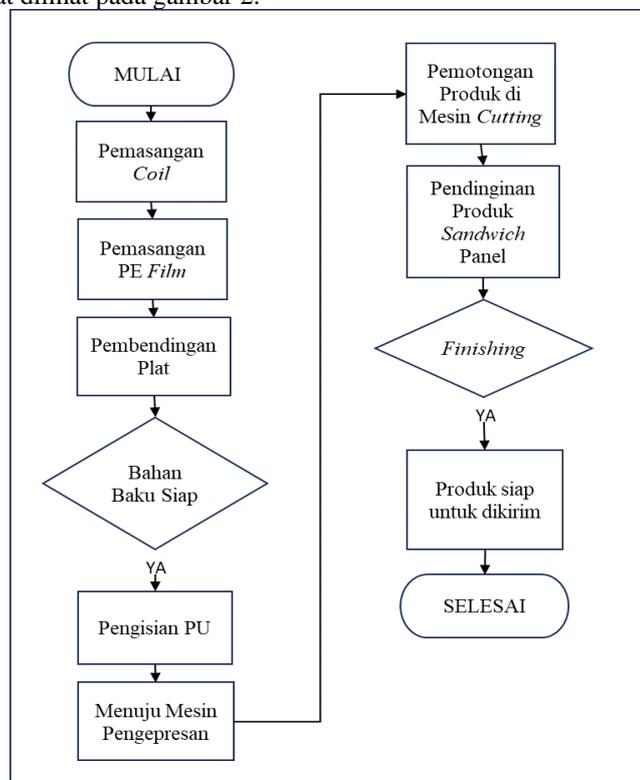
Sebagai upaya untuk mengurangi terjadinya produk *defect* maka, akan dilakukan analisis yang pertama yaitu menggunakan metode *seven tools* kemudian dilanjutkan dengan metode *six sigma*.

1. Analisis Defect Produk Menggunakan Metode Seven Tools

Sebagai upaya untuk mengurangi terjadinya produk *defect* maka, akan dilakukan analisis yang pertama yaitu menggunakan metode *seven tools*. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini dilakukan sebagai berikut.

A. Peta Aliran Proses

Metode *seven tools* yang akan digunakan maka *tools* yang pertama yaitu peta aliran proses atau *flow chart* merupakan alat yang dirancang untuk membuat proses mengidentifikasi produk *defect* lebih mudah dipahami dengan memecahkan proses manufaktur menjadi langkah-langkah yang akan dikelola. Diagram alir yang menggambarkan langkah-langkah dalam pembuatan barang *sandwich* panel dibuat menggunakan data observasi yang dilakukan dengan kepala bagian produksi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Aliran Proses Pembuatan *Sandwich* Panel.

B. Check Sheet

Tools yang kedua, *check sheet* merupakan data yang diambil dari proses produksi terutama hasil produk *defect* disajikan dalam bentuk tabel yang disusun secara rapi serta terstruktur. *Check sheet* yang akan digunakan merupakan laporan di PT. XYZ seperti pada tabel 1.

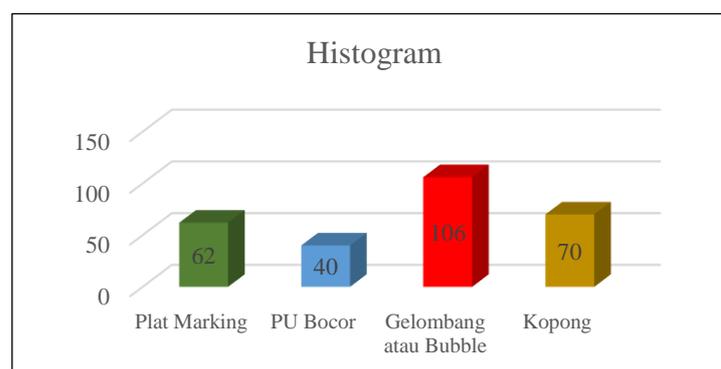
Tabel 1. Data *Check Sheet*.

Bulan	Jumlah Produksi (Pcs)	Jenis Produk Defect (Pcs)				Total	%
		Plat Marking	PU Bocor	Gelombang atau Bubble	Kopong		
Oktober 2023	1.008	19	11	36	15	81	8
November 2023	996	18	15	39	31	103	10
Desember 2023	913	25	14	31	24	94	10
Total	2.917	62	40	106	70	278	10

Masalah yang dihadapi perusahaan adalah, di antara jenis-jenis cacat lainnya, kategori gelombang atau *bubble* menyumbang 106 pcs, diikuti oleh kopong sebanyak 70 pcs, plat *marking* sebanyak 62 pcs, dan kebocoran PU sebanyak 40 pcs. Temuan ini didasarkan pada *check sheet* data produksi dan jenis-jenis cacat yang disebutkan di atas.

C. Histogram

Histogram sangat membantu dalam membantu memvisualisasikan jenis produk yang paling umum mengalami cacat berdasarkan lembar pemeriksaan. Agar lebih mudah dibaca, data produk cacat ditampilkan dalam bentuk grafik batang yang tersegmentasi berdasarkan jenis produk cacat. Histogram atau grafik batang, dibuat untuk menampilkan perincian kuantitas yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Histogram Produksi Sandwich Panel.

Berdasarkan histogram kecacatan pada *sandwich* panel dapat dilihat bahwa jenis produk *defect* yang terjadi adalah jumlah *defect* panel gelombang atau *bubble* sebanyak 106 pcs, jumlah *defect* panel kopong sebanyak 70 pcs, jumlah *defect* plat *marking* sebanyak 62 pcs, jumlah *defect* PU bocor sebanyak 40 pcs. Terlihat jenis *defect* gelombang atau *bubble* bentuk paling banyak.

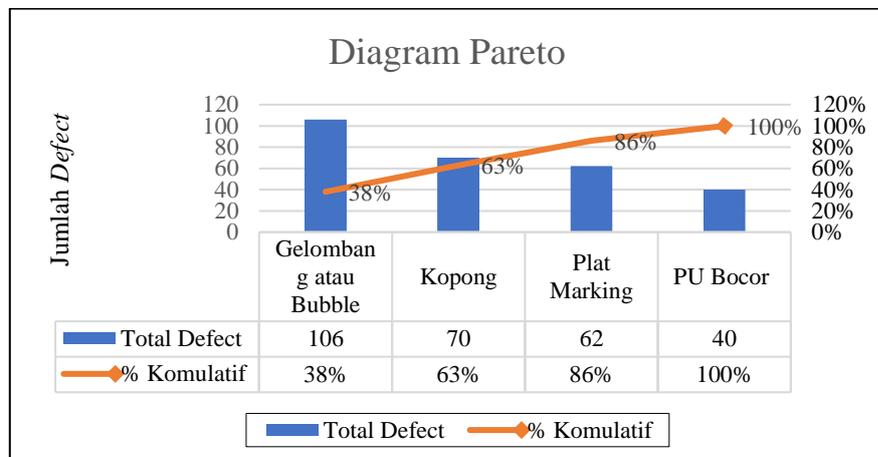
D. Diagram Pareto

Tahap selanjutnya adalah membuat diagram pareto untuk memudahkan dalam melihat persentase dari setiap jenis cacat yang terjadi ketika data produksi dan data cacat dari pengambilan sampel produk selama bulan Oktober - Desember 2023 dikumpulkan.

Tabel 2. Data Presentase Kecacatan Produk.

No	Jenis Defect	Total Defect	Kumulatif	%	% Kumulatif
1	Gelombang atau Bubble	106	106	38	38 %
2	Kopong	70	176	25	63 %
3	Plat Marking	62	238	22	86 %
4	PU Bocor	40	278	14	100 %

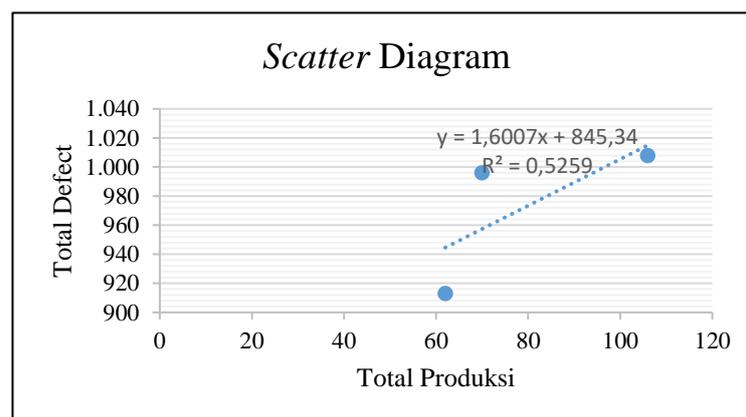
Tabel 2 menunjukkan bahwa produk dengan cacat gelombang atau *bubble* menyumbang 38% dari total, produk dengan cacat kopong menyumbang 25%, produk dengan cacat plat *marking* menyumbang 22%, dan produk dengan cacat kebocoran PU menyumbang 14%. Gambar 4 mengilustrasikan kompilasi gambar berdasarkan informasi pada tabel 2.



Gambar 4. Diagram Pareto Produk *Defect* Pada *Sandwich Panel*.

E. Scatter Diagram

Scatter diagram digunakan ketika menentukan apakah ada hubungan positif, negatif, atau tidak ada hubungan sama sekali antara dua variabel, atau hanya menguji kekuatan hubungan.



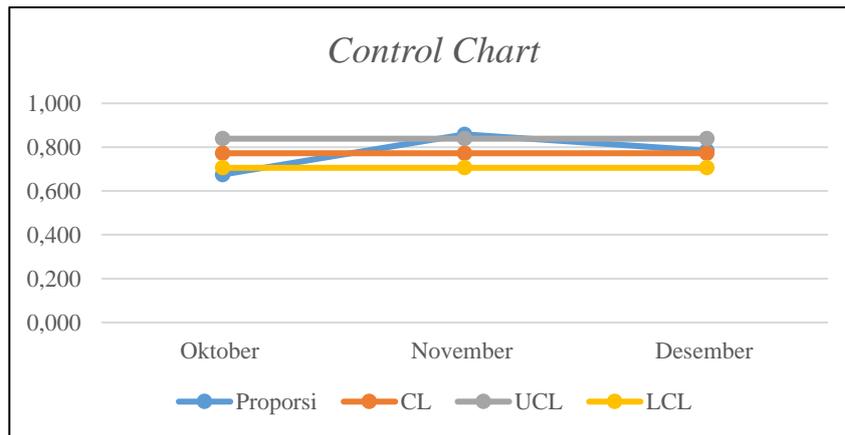
Gambar 5. *Scatter Diagram* Produk *Defect* Pada *Sandwich Panel*.

Gambar 5 mengilustrasikan bagaimana bentuk sebaran hampir seragam karena jumlah jenis produk cacat yang dibuat tidak bergantung pada volume produksi, yang berarti bahwa jumlah barang yang baik yang diproduksi memiliki dampak yang signifikan terhadap terjadinya produk cacat..

F. Control Chart (Peta Kendali)

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Peta Kendali.

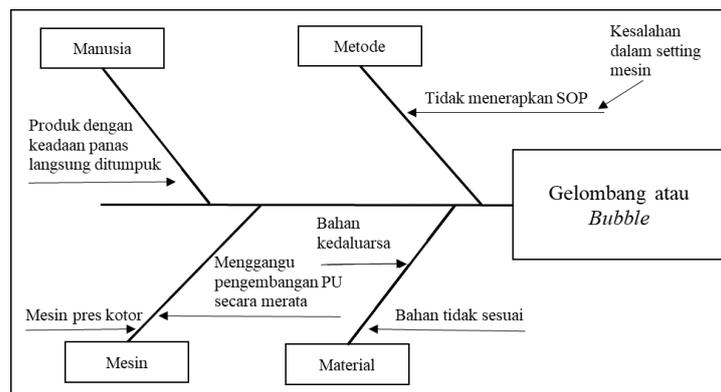
No	Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Sampel	Jumlah Defect	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	Oktober 2023	1.008	120	81	0,675	0,772	0,772	0,706
2	November 2023	996	120	103	0,858	0,772	0,772	0,706
3	Desember 2023	913	120	94	0,783	0,772	0,772	0,706
Total		2.917	360	278	2,317			



Gambar 6. Grafik Hasil Perhitungan *Control Chart* (Peta Kendali).

Gambar 5 grafik pada peta kendali p di atas, dapat kita lihat bahwa masih terdapat data yang berada di luar batas kendali pada titik 1 dan 2 atau bulan Oktober - November, dan penyebab yang paling dominan yaitu panel gelombang atau *bubble* dan panel kopong. Sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali atau menunjukkan terdapat penyimpangan. Karena adanya titik yang berada di luar batas kendali, hal ini mengindikasikan bahwa masih terdapat permasalahan pada proses produksi. Oleh sebab itu, masih diperlukannya analisis lebih lanjut mengapa penyimpangan proses produksi di PT. XYZ. Analisa lebih lanjut dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengetahui penyebab dari penyimpangan produk tersebut.

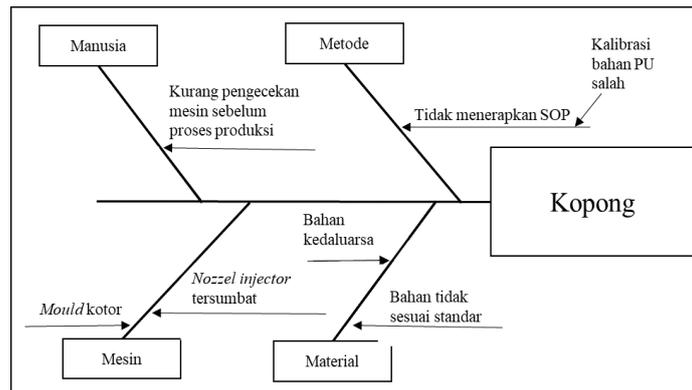
G. *Fishbone Diagram*



Gambar 7. *Fishbone Diagram* Penyebab Panel Gelombang atau *Bubble*.

Dari diagram *fishbone* diatas, dapat diketahui bahwa kecacatan produk terjadi karena beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

1. Manusia - Salah satu faktor manusia yang berkontribusi terhadap kesalahan produk adalah ketika produk panas ditumpuk langsung tanpa didinginkan terlebih dahulu.
2. Metode - Salah satu faktor metode kesalahan produk diakibatkan oleh kegagalan operator dalam mengoptimalkan pengaturan proses sistem.
3. Mesin - Salah satu penyebab utama dari banyak kesalahan produk adalah faktor mesin, yaitu pengabaian pembersihan mesin, yang dapat mengganggu pengembangan PU yang seragam.
4. Material - Salah satu penyebab yang berkontribusi terhadap kegagalan produk adalah penggunaan material yang di bawah standar atau tidak standar menurut faktor material.



Gambar 8. Fishbone Diagram Penyebab Panel Kopong.

Dari diagram *fishbone* diatas, dapat diketahui bahwa kecacatan produk terjadi karena beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

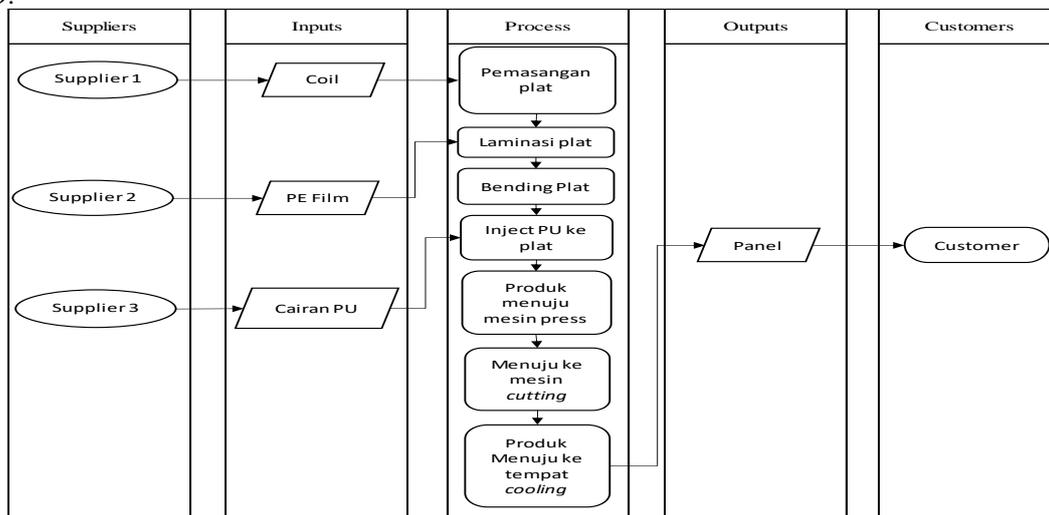
1. Manusia - Dari faktor manusia, kecacatan produk disebabkan oleh kurang pengecekan mesin sebelum proses produksi.
2. Metode - Dari faktor metode, kurang pengecekan kalibrasi bahan PU yang salah dan tidak menerapkan SOP dengan benar.
3. Mesin - Dari faktor mesin, kurangnya pembersihan *mould* yang dapat mengganggu pengembangan PU secara merata dan *nozzle injector* tersumbat membuat bahan menyebar tidak merata, hal ini dapat menjadi penyebab banyaknya kecacatan produk.
4. Material - Dari faktor material, kurang baiknya kualitas material serta bahan yang tidak sesuai dengan standar menjadi salah satu faktor penyebab kecacatan produk.

2. Analisis Defect Produk Menggunakan Metode Six Sigma

Sebagai upaya untuk menanggulangi terjadinya produk *defect* keberlanjutan maka, akan dilakukan analisis yang kedua menggunakan metode *six sigma*. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini dilakukan dalam tahap tahap berikut ini.

A. Define

Diagram SIPOC merupakan gambaran untuk kebutuhan proses dan persyaratan kunci beserta interaksinya. Seperti gambar 9.



Gambar 9. Diagram SIPOC.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi *sandwich* panel sehingga bahan baku dari *supplier* masuk ke perusahaan berupa bahan *coil*, *PE film*, dan cairan PU. Tiap bahan baku tersebut berasal dari *supplier* daerah Jakarta dan import dari luar negeri. Kemudian proses produksi dimulai dengan pemasangan plat ke mesin *rool former* kemudian plat dilapisi dengan *PE film* menuju ke tempat bending plat untuk membentuk sebuah permukaan kemudian menuju ke tempat *injector* PU. Setelah bahan terisi maka produk akan menuju ketempat pengepresan setelah itu

produk dipotong sesuai ukuran yang diinginkan. Setelah terpotong produk diletakkan ke tempat pendinginan kemudian masuk ke tahap *finishing*. *Output* yang didapatkan adalah *sandwich* panel, setelah itu produk akan diberikan kepada konsumen.

B. Measure

1. Menentukan CTQ

CTQ pada proses produksi *sandwich* panel ditampilkan pada tabel 4. Berdasarkan tabel 4 diperoleh hasil bahwa panel gelombang atau *bubble* merupakan permasalahan yang paling dominan dalam produksi *sandwich* panel.

Tabel 4. CTQ Produksi *Sandwich* Panel.

No	CTQ	Total Defect
1	Gelombang atau <i>Bubble</i>	106
2	Kopong	70
3	Plat <i>Marking</i>	62
4	PU Bocor	40

2. Menentukan *Performance Baseline*

Proses pengukuran kinerja *baseline* melibatkan perhitungan nilai DPMO, yang selanjutnya dikonveksikan ke dalam tingkat sigma. Nilai DPMO dan tingkat sigma ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma.

Bulan	Jumlah Produksi <i>Sandwich</i> Panel	Jumlah Defect Produk <i>Sandwich</i> Panel	DPU	DPMO	Nilai Sigma
Oktober	1.008	81	0,020	20.089	2,32
November	996	103	0,026	25.853	2,23
Desember	913	94	0,026	25.739	2,23
Rata-Rata	972	93	0,024	23.894	2,26

Berdasarkan hasil perhitungan terlihat nilai DPMO pada tiga periode tersebut adalah sebesar 23.894. Hal ini menunjukkan bahwa dengan nilai sigma sebesar 2,26 maka terdapat 23.894 peluang dari sejuta peluang kegagalan pembuatan *sandwich* panel. Meskipun pencapaian nilai sigma ini dianggap positif namun masih ada ruang untuk perbaikan guna menjamin produk berkualitas tinggi dengan meminimalkan kesulitan yang timbul.

C. Analyze

Pada tahap *analyze*, dilakukan identifikasi penyebab kecacatan yang terjadi pada produksi *sandwich* panel. Alat bantu yang digunakan untuk identifikasi pada penelitian ini yaitu diagram pareto yang sudah dibuat pada metode *seven tools* pada gambar 4.

Berdasarkan diagram pareto pada gambar 4, fokus perbaikan dilakukan pada kecacatan panel gelombang atau *bubble* dan kopong. Selanjutnya, dilakukan identifikasi dengan menggunakan *fishbone* diagram yang sudah ada dalam metode *seven tools* dengan analisa panel gelombang atau *bubble* disebabkan produk *sandwich* panel yang panas langsung ditumpuk tanpa melalui pendinginan serta bahan baku yang kurang bagus (Gambar 7). Sedangkan kalibrasi bahan yang kurang tepat dan *injector* kurang lancar (tersumbat) merupakan faktor terjadinya panel kopong (Gambar 8).

D. Improve

Pada dasarnya rencana akan menguraikan bagaimana sumber daya diaokasikan, beserta alternatif dan prioritas yang dipertimbangkan selama implementasi rencana. Temuan analisis diagram sebab akibat digunakan untuk memperbaiki semua sumber yang dapat mengakibatkan barang cacat.

a. Faktor manusia

Salah satu alasan mengapa produk *sandwich* panel memiliki kekurangan adalah faktor manusianya. Oleh karena itu, untuk mencegah potensi sumber kegagalan, diperlukan beberapa peningkatan kinerja manusia atau operator khususnya:

1. Kepala produksi harus lebih sering melakukan pengawasan secara langsung maupun menambahkan CCTV pada area produksi [2].
2. Pemeriksaan terhadap *nozzle injector* PU agar bahan yang keluar bisa lancar dan menyebar merata.
3. Periksa setiap bagian bagian alat pres dan *mould* dari kotoran kotoran PU sebelum dilakukannya proses produksi.
4. Pada saat menggabungkan elemen paduan tertentu, dapat dilakukan pemeriksaan kalibrasi bahan yang diperlukan untuk memastikan bahwa produk jadi memenuhi persyaratan kualitas perusahaan.

b. Faktor Metode

Salah satu hal yang menyebabkan permasalahan pada cacat produk *sandwich* panel adalah faktor metode. Tujuan dari melakukan saran dan arahan kontrol kualitas sebelum proses manufaktur adalah untuk menerapkan standar kerja selama fase *briefing*. [2]. Untuk melakukan perbaikan pada faktor ini, perusahaan sebaiknya merancang rencana produksi yang sesuai untuk setiap jenis produknya. Hal ini akan mencegah terjadinya jadwal yang tidak teratur dan menimbulkan gangguan pada proses produksi karena hanya mengandalkan produksi yang banyak.

c. Faktor Mesin

Salah satu penyebab cacat pada produk *sandwich* panel adalah terkait mesin. Oleh karena itu, untuk memastikan kinerja yang optimal dan meminimalkan potensi sumber kesalahan, mesin perlu ditingkatkan dalam berberapa hal sebagai berikut:

1. Selain melakukan perawatan pada mesin yang rusak, perawatan mesin harus selalu dilakukan seminggu sekali pada hari Sabtu atau Minggu. Mesin juga harus diperiksa sebelum dan sesudah proses produksi. [2].
2. Melakukan perawatan rutin pada mesin bending dan sesuaikan setiap komponen untuk memastikan cetakan plat memenuhi standar produk yang dipersyaratkan.
3. Melakukan perawatan rutin pada mesin PU *injector*, jika terjadi masalah, mengganti komponen atau *nozzle* mesin agar berfungsi secara maksimal selama proses produksi.

d. Faktor Material atau Bahan Baku

Salah satu penyebab produk *sandwich* panel mengalami kecacatan adalah karena pertimbangan bahan baku. Penekanan terhadap supplier tentang standar kualitas yang stabil [20]. Untuk memastikan produk akhir memenuhi persyaratan bisnis dan SNI (Standar Nasional Indonesia), perbaikan dilakukan dengan memverifikasi bahwa plat *coil* dan material PU berada dalam kondisi yang baik.

5. Control

Tindakan yang harus dilakukan guna mengurangi cacat produk *sandwich* yang berlebihan yaitu:

1. Material
 - a. Menekankan kepada pemasok akan pentingnya persyaratan kualitas material dan perlunya kehati-hatian saat melakukan pemeriksaan *quality control* (QC) [20].
 - b. Memilih bahan yang sesuai dengan standar perusahaan, karena dapat mengganggu kualitas produk *sandwich* panel yang dihasilkan.
2. Mesin
 - a. Tugas pemeliharaan dan pemeriksaan mesin atau alat harus diselesaikan dengan benar sesuai dengan jadwal yang ditetapkan [20].
 - b. Sebelum memulai proses produksi, harus memeriksa mesin bending apakah sudah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dengan cara melakukan pengecekan masing masing komponen dan melakukan pemberian mesin bending dari kotoran agar tidak berimbas kepada plat yang akan memasuki mesin bending supaya tidak terjadi plat *marking* atau bendingannya tidak merata.
3. Metode
 - a. Ukuran plat yang akan dicetak dan pengaturan mesin harus disesuaikan. [20].
 - b. Melakukan pemeriksaan kalibrasi bahan yang tepat pada saat pencampuran unsur paduan tertentu, sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan perusahaan.
 - c. Melakukan perhitungan peta kendali untuk memastikan kestabilan proses secara berkala tiap periodenya.
4. Manusia
 - a. Plat yang akan diisi dengan bahan PU (*polyurethane*) mengharuskan operator untuk memeriksanya dengan lebih cermat [20].
 - b. Sebelum memulai proses produksi, harus memeriksa peralatan *injector* PU dan lakukan perawatan rutin. Mengganti komponen atau *nozzle* mesin jika terjadi masalah pada *injector* PU agar dapat berfungsi secara maksimal selama proses produksi.

Berikut ini merupakan hasil dari implementasi metode *seven tools* dan *six sigma* selama dua bulan setelah dilakukannya perbaikan guna menangani permasalahan penurunan *defect* produk yang berlebih.

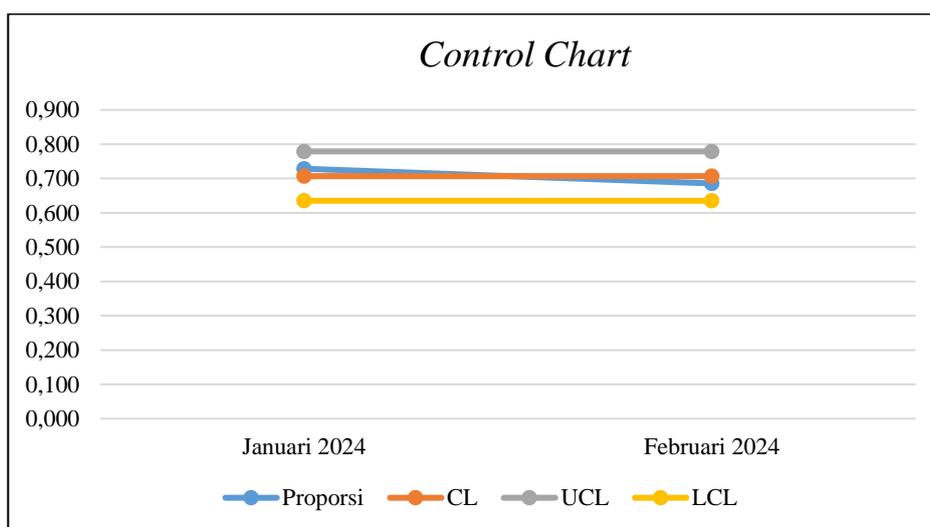
Tabel 6. Data *Check Sheet* Hasil Perbaikan.

Bulan	Jumlah Produksi (Pcs)	Jenis Produk Defect (Pcs)				Total	%
		Plat Marking	PU Bocor	Gelombang atau Bubble	Kopong		
Januari 2024	1.052	7	8	17	19	51	5
Februari 2024	985	10	10	15	13	48	5
Total	2.037	17	18	32	32	99	5

Berdasarkan analisa data pada tabel 6 selama dua bulan setelah dilakukannya perbaikan, jumlah produk *defect* mengalami penurunan sebanyak 5% dari hasil sebelumnya sebesar 10%. Maka metode *seven tools* dan metode *six sigma* ini sangat berguna untuk sebuah perusahaan yang mengalami permasalahan terhadap produknya yang mengalami *defect* yang tinggi.

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Peta Kendali Setelah Melakukan Perbaikan.

No	Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Sampel	Jumlah Defect	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	Januari 2024	1.052	70	51	0,729	0,707	0,779	0,635
2	Februari 2024	985	70	48	0,686	0,707	0,779	0,635
Total		2.037	140	99	1,414			

Gambar 10. Grafik Hasil Perhitungan *Control Chart* (Peta Kendali).

Pada gambar 10 merupakan dua periode setelah dilakukannya proses perbaikan kualitas produk *sandwich* panel yang berada di dalam batas kendali, hal tersebut dapat ditunjukkan pada peta *control p* yang terdapat pada bulan Januari 2024 dan bulan Februari 2024.

IV. SIMPULAN

Kesimpulan dapat diambil berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Dalam proses produksi produk *sandwich* panel selama periode bulan Oktober sampai Desember 2023 dengan total produksi sebesar 2.917 pcs. Diketahui bahwa jumlah cacat panel gelombang atau *bubble* sebanyak 106 pcs merupakan jenis *defect* yang paling dominan yang terjadi diantara tiga jenis *defect* diantaranya yaitu *defect* panel kopong sebanyak 70 pcs, *defect* plat *marking* sebanyak 62 pcs, dan *defect* PU bocor sebanyak 40 pcs.
2. Manusia, teknik, mesin dan material merupakan faktor penyebab terjadinya cacat pada produk *sandwich* panel. Cacat pada produk *sandwich* panel antara lain panel *bubble* atau gelombang, panel kopong, PU bocor dan plat *marking*.

3. Usulan untuk meningkatkan standar kualitas produk dengan mengatasi semua penyebab potensial produk cacat termasuk faktor manusia untuk meningkatkan kinerja pekerja dan faktor metode untuk melakukan perhitungan peta kendali untuk memastikan kestabilan proses secara berkala tiap periodenya. Faktor mesin yang melibatkan optimalisasi kinerja mesin untuk mencegah potensi penyebab cacat dan faktor material yang mencakup melakukan perbaikan seperti memastikan kualitas setiap bahan baku memenuhi standar sebelum dilakukannya proses pencampuran bahan dan memulai proses produksi, sehingga terciptanya produk yang berkualitas tinggi sesuai dengan spesifikasi perusahaan yang dapat membuat para *customer* merasa puas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmatnya saya dapat menyelesaikan artikel ilmiah ini. Serta saya ucapkan banyak terima kasih kepada PT. XYZ yang telah memberi kesempatan dan izin untuk melaksanakan penelitian di perusahaan yang berharga ini dan juga saya ucapkan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah menjejatani penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Mariansyah and A. Syarif, "Pengaruh Kualitas Produk, Kualitas Pelayanan dan Harga terhadap Kepuasan Konsumen Cafe Kabalu," *EKOMABIS J. Ekon. Manaj. Bisnis*, vol. 1, no. 01, pp. 1–14, 2020.
- [2] A. Fatah and A. Z. Al-Faritsy, "Peningkatan dan Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus pada PT. X)," *J. Rekayasa Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–30, 2021, doi: 10.37631/jri.v3i1.288.
- [3] R. Saputri, P. Vitasari, and E. Adriantanti, "Identifikasi Timbulnya Produk Cacat Dengan Metode CTQ dan DPMO Pada Home Industry Keripik Tempe Sari Rasa," *J. Valtech*, vol. 5, no. 1, pp. 94–100, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/4518>
- [4] F. A. Lestari and N. Purwatmini, "Pengendalian Kualitas Produk Tekstil Menggunakan Metoda DMAIC," *J. Ecodemica J. Ekon. Manajemen, dan Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 79–85, 2021, doi: 10.31294/jeco.v5i1.9233.
- [5] D. Ernawati, "Pengaruh Kualitas Produk, Inovasi Produk Dan Promosi Terhadap Keputusan Pembelian Produk Hi Jack Sandals Bandung," *JWM (Jurnal Wawasan Manajemen)*, vol. 7, no. 1, p. 17, 2019, doi: 10.20527/jwm.v7i1.173.
- [6] A. F. Shiyamy, S. Rohmat, and A. Sopian, "Artikel analisis pengendalian kualitas produk dengan," *J. Ilm. Manaj.*, vol. 2, no. 2, pp. 32–45, 2021.
- [7] U. Niarti, "Analisis Akuntansi Persediaan Produk Rusak Pada," vol. 7, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.polraf.ac.id/index.php/JIRA/article/view/54>. [Accessed 29 Oktober 2021].
- [8] V. M. Dasmasea, J. Morasa, and S. Rondonuwu, "Penerapan Total Quality Management terhadap produk cacat pada PT. Sinar Pure Foods International di Bitung," *Indones. Account. J.*, vol. 2, no. 2, p. 97, 2020, doi: 10.32400/iaj.27796.
- [9] M. Nender, H. Manossoh, and S. J. Tangkuman, "Analisis Perlakuan Akuntansi Produk Rusak Dan Produk Cacat Dalam Perhitungan Biaya Produksi Untuk Menentukan Harga Jual Pada Ud. 7 Jaya Meubel Tondano," *J. EMBA*, vol. 9, no. 2, pp. 441–448, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/emba/article/view/33485/31688>
- [10] K. Damayant, M. Fajri, and N. Adriana, "Pengendalian Kualitas Di Mabel PT. Jaya Abadi Dengan," *Bull. Appl. Ind. Eng. Theory*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [11] F. Astuti and W. Wahyudin, "PERBAIKAN KUALITAS PADA PRODUKSI GENTONG MENGGUNAKAN METODE SEVEN TOOLS (Studi Kasus : Home Industry Bapak Ojid)," *Barometer*, vol. 6, no. 1, pp. 307–312, 2021, doi: 10.35261/barometer.v6i1.4444.
- [12] A. Merjani and I. Kamil, "Penerapan Metode Seven Tools Dan Pdca (Plan Do Check Action) Untuk Mengurangi Cacat Pengelasan Pipa," *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 124–131, 2021, doi: 10.33373/profis.v9i1.3313.
- [13] A. Bakhtiar, B. R. Dzakwan, M. E. Br Sipayung, and C. A. Pradhana, "Penerapan Metode Six Sigma di PT Triangle Motorindo," *Opsi*, vol. 13, no. 2, p. 113, 2020, doi: 10.31315/opsi.v13i2.4066.
- [14] W. O. Widyarto, A. Firdaus, and A. Kusumawati, "Analisis Pengendalian Kualitas Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Metode Six Sigma," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 5, no. 1, p. 17, 2019, doi: 10.30656/intech.v5i1.1460.
- [15] M. S. ARIFIN, S. ADJIE, and E. SANTOSO, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Seventools Sebagai Alat Untuk Mengurangi Produk Cacat Pada Perusahaan Tante Sablon Ponorogo," *ISOQUANT J. Ekon. Manaj. dan Akunt.*, vol. 3, no. 1, p. 25, 2019, doi: 10.24269/iso.v3i1.237.
- [16] A. S. M. Absa and S. Suseno, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Eq Spacing Dengan Metode Statistic Quality Control (SQC) Dan Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) Pada PT. Sinar Semesta," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 3, pp. 183–201, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i3i1.51.
- [17] M. E. Setiabudi, P. Vitasari, and T. Priyasmanu, "Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Menurunkan Jumlah Produk Cacat Dengan Metode Statistical Quality Control Pada Umkm. Waris Shoes," *J. Valtech*, vol. 3, no. 2, pp. 211–218, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/2734>
- [18] D. Novita, D. Dewiyan, and H. Irawan, "Analisis Pengendalian Kualitas Crumb Rubber Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Di Pt. Batanghari Tebing Pratama," *J. Ind. Samudra*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2022, doi: 10.55377/jis.v3i1.5869.
- [19] A. Z. Al-Faritsy and C. Aprilian, "Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produk Tas Dengan Metode Six Sigma Dan Kaizen," *J. Cakrawala Ilm.*, vol. 1, no. 11, pp. 2733–2744, 2022.
- [20] E. Febrianti and Suparjo, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Polyurethane Sandwich Panel Dengan Metode Old Seven Tools Di Pt. Abc," *J. Has. Penelit.*, vol. 04, no. 2, pp. 114–119, 2019, [Online]. Available: jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/jhp17

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.