

Analisis Perbaikan Pengendalian Kualitas Produk Pintu dengan Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA Pada PD. Indah Mulya

Assyifa Sya'bani¹, Dene Herwanto²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

*Koresponden email: assyifasyabani20@gmail.com

Diterima: 18 Januari 2024

Disetujui: 23 Januari 2024

Abstract

PD Indah Mulya is a trading company engaged in the wood processing industry, one of which is a door type product. In door production at PD Indah Mulya, there are usually defects such as splitting, sunken and porous. The defect needs to be corrected. The purpose of this study is to determine the percentage and factors that cause defects that most often occur and provide suggestions for quality improvement actions. The methods used are Six Sigma and Failure Mode Effect Analysis (FMEA) at the improve stage. Based on the results of the study, the percentage of product defects is 27% split, 42% concave defects and 30% porous defects. The type of defect that occurs a lot in PD Indah Mulya is a sunken defect. Sunken defects are usually caused by the type of wood used is young. Based on the results of RPN calculations for FMEA door production, several risks are obtained that have the highest priority level for making repairs to minimize the possibility of errors. Calculation The highest RPN value is 180 from the type of concave defect with the cause of inappropriate selection of raw materials. The recommendation for proposed improvements to overcome this problem is to conduct coaching for the raw material selection process.

Keywords: *quality control, furniture, six sigma, DMAIC, FMEA*

Abstrak

PD Indah Mulya adalah perusahaan dagang yang bergerak dalam industri pengolahan kayu salah satu produknya adalah jenis pintu. Pada produksi pintu di PD Indah Mulya, biasanya terjadi kecacatan seperti belah, cekung dan keropos yang perlu dilakukan perbaikan. Tujuan penelitian ini ialah guna mengetahui persentase dan faktor penyebab cacat yang paling sering terjadi serta memberikan usulan tindakan perbaikan kualitas. Metode yang digunakan adalah *Six Sigma* dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) pada tahap *improve*. Berdasarkan hasil penelitian persentase cacat produk yaitu cacat belah 27%, cacat cekung sebesar 42% dan cacat keropos sebesar 30%. Cacat cekung biasanya disebabkan oleh jenis kayu yang digunakan masih muda. Berdasarkan hasil perhitungan RPN untuk FMEA produksi pintu didapatkan beberapa risiko yang memiliki tingkat prioritas paling tinggi untuk melakukan perbaikan guna memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan. Perhitungan Nilai RPN paling tinggi adalah 180 dari jenis cacat cekung dengan penyebab pemilihan bahan baku yang tidak sesuai. Rekomendasi usulan perbaikan untuk mengatasi masalah ini adalah melakukan pembinaan untuk proses pemilihan bahan baku.

Kata Kunci: *pengendalian kualitas, mebel, six sigma, DMAIC, FMEA*

1. Pendahuluan

Persaingan bisnis dalam pasar global di era industri 4.0 menjadi semakin ketat dan tidak bisa diprediksi, oleh karena itu dibutuhkan produk dan layanan yang berkualitas serta memiliki keunggulan kompetitif sehingga bisnis dapat beradaptasi dengan segala perubahan dan perkembangan yang terjadi dan menjamin keberlanjutan proses bisnis [1]. Keberhasilan suatu bisnis khususnya dalam bidang manufaktur dapat dinilai melalui tingkat kepuasan konsumen terhadap kualitas atau mutu barang/jasa hasil produksinya [2]. Hal tersebut menjadi alasan bagi para pelaku bisnis untuk memiliki strategi efektif dalam menjalankan bisnisnya seperti promosi, produksi tepat waktu dan terus meningkatkan kualitas produk agar tetap sesuai keinginan konsumen [3]. Selain itu, upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kepuasan konsumen melalui pengendalian kualitas terhadap produk atau jasa yang dihasilkan [4]. Pengendalian kualitas adalah upaya menjaga kualitas produk dengan meminimalkan adanya produk cacat sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan harapan dan kebutuhan pelanggan [5]. Proses pengendalian kualitas tersebut dapat dilakukan dengan mengidentifikasi cacat produk, analisis faktor penyebab cacat produk dan membuat

usulan perbaikan guna meningkatkan kualitas produk menggunakan metode *Six Sigma* dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) [6].

Penelitian ini dilakukan di PD Indah Mulya yang merupakan perusahaan dagang bergerak dalam bidang manufaktur pengolahan produk mebel yaitu pintu, jendela dan kusen. Usaha ini memproduksi barang sesuai permintaan dan kebutuhan konsumen sehingga aktivitas produksinya berdasarkan sistem *job order*. Proses produksi di PD Indah Mulya dilakukan oleh pemiliknya sendiri namun jika ada peningkatan jumlah pesanan, maka usaha tersebut memperkerjakan karyawan sebanyak 1 orang. Selama 16 tahun bergerak dalam dunia industri mebel, PD Indah Mulya terus berusaha dalam menjaga kualitas produknya. Namun, nyatanya terdapat permasalahan yang dialami oleh usaha tersebut seperti adanya kecacatan pada produk kayu sehingga menyebabkan kerugian pada perusahaan. Khususnya pada produksi pintu terdapat 3 jenis cacat yaitu belah, cekung dan permukaan keropos. Dalam industri manufaktur produk cacat dapat disebabkan oleh mesin, metode, *material*, manusia, pengukuran, dan lingkungan [7]. Produk cacat dapat menjadi kerugian dari aspek ekonomis dan produktivitas karena perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk perbaikan dan menghambat proses produksi, sehingga diperlukan sebuah analisa untuk pengendalian produk cacat dan meningkatkan proses bisnis [8].

Upaya pemecahan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk membantu mengurangi timbulnya kecacatan produk pintu pada PD Indah Mulya menggunakan metode *six sigma* dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). *Six sigma* merupakan sebuah teknik dalam meningkatkan kualitas produk (barang atau jasa) melalui 5 tahap yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* (DMAIC) sehingga tercapai kesempurnaan produk (*zero-defect*) [9]. Metode *six sigma* diharapkan menjadi sebuah sistem perbaikan yang bersifat komprehensif dalam mengurangi tingkat kecacatan produk yang dihasilkan sehingga dapat memperbaiki kinerja bisnis dan tujuan bisnis dapat tercapai [10]. Metode *six sigma* dapat digunakan untuk mengetahui penyebab terjadinya cacat produk dan penentuan tindakan perbaikan untuk mendapatkan hasil yang optimal dapat dilakukan dengan menggunakan konsep FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) [11].

FMEA adalah suatu model sistematis untuk menganalisis penyebab kegagalan dan mengelompokkan jenis serta faktor penyebabnya disertai pembobotan angka untuk menentukan risiko yang diprioritaskan [12]. Pembobotan angka pada FMEA berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat deteksi (*detection*) serta menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) untuk menentukan prioritas rencana tindakan perbaikan [13]. Analisis FMEA dilakukan pada tahap *improve* dari langkah *six sigma* [14]. Penggunaan konsep FMEA pada tahap *improve* diharapkan menjadi usulan perbaikan yang optimal dalam rencana peningkatan kualitas untuk penanganan produk cacat [15].

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Pada penelitian kuantitatif ini proses pengumpulan data terbagi menjadi data sekunder dan primer. Data sekunder berupa catatan jumlah produksi dan penyebab cacat pada produk. Data primer yang digunakan merupakan hasil wawancara dan observasi kepada pemilik usaha. Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah cacat produk mebel jenis pintu di PD Indah Mulya menggunakan Metode *Six Sigma* dan FMEA. Setelah data didapatkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan tahapan:

- Mengidentifikasi terhadap proses produksi.
- Mengidentifikasi jenis cacat pada produk.
- DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan Nilai Sigma (σ)
- Mengidentifikasi potensi *failure mode* pada proses produksi.
- Mengidentifikasi potential *effect* yang ditimbulkan oleh *failure mode*.
- Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* pada proses produksi.
- Mengidentifikasi *detection mode* pada proses produksi.
- Menetapkan nilai *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D).
- Menghitung nilai RPN ($RPN = S \times O \times D$)
- Memberikan rekomendasi perbaikan terhadap penyebab kegagalan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tahap *Define*

Tahap *Define* merupakan tahap pertama dalam analisis *Six Sigma* DMAIC. Pada tahap ini dilakukan identifikasi jenis cacat pada produk sehingga dapat ditentukan upaya untuk meningkatkan kualitas. Berdasarkan hasil observasi pada produk mebel jenis pintu di PD Indah Mulya, teridentifikasi 3 jenis cacat yaitu cacat belah, cacat cekung dan permukaan keropos.

Tabel 1. Jumlah Produksi PD Indah Mulya

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah produk cacat	Jenis cacat		
			Belah	Cekung	Permukaan keropos
Jan	30	5	2	1	2
Feb	53	3	-	3	-
Mar	48	2	1	-	1
Apr	33	2	2	-	-
Mei	27	4	1	-	3
Jun	40	3	2	1	-
Jul	60	3	1	1	1
Ags	55	3	-	2	1
Sept	39	6	-	4	2
Okt	50	2	-	2	-
Jumlah	435	33	9	14	10

Tabel 1 menunjukkan jumlah pintu yang diproduksi oleh PD Indah Mulya dan jumlah serta jenis produk cacat dari bulan Januari-Oktober 2023. Jumlah produk cacat tertinggi ada di bulan September yaitu sebanyak 6 produk. Jenis cacat yang paling sering terjadi adalah cacat karena produk mengalami perubahan bentuk menjadi lebih cekung. Cacat tersebut biasanya dikarenakan jenis kayu yang digunakan masih muda.

3.2 Tahap Measure

Tahap *Measure* digunakan untuk menentukan presentasi jumlah *defect* produk setiap bulannya dengan menggunakan pengukuran DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan Nilai Sigma (σ). Selanjutnya digambarkan menggunakan diagram pareto untuk setiap jenis cacat pada produk. Berikut merupakan rumus untuk menghitung DPU, DPMO dan Nilai Sigma (σ) yaitu:

a. *Defect per Unit* (DPU)

$$\text{Defect per Unit (DPU)} = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produksi}}$$

b. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$\text{Defect Per Million Opportunities (DPMO)} = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produksi}} \times 1.000.000$$

c. Nilai Sigma (σ)

$$\text{Nilai Sigma } (\sigma) = \text{NORMSINV}(1.000.000 - \text{DPMO})/1.000.000) + 1,5$$

Tabel 2. Nilai DPMO

No.	Jumlah Produksi	Jumlah produk cacat	DPU	DPMO	Nilai Sigma
1.	30	5	0,167	166667	2,467
2.	53	3	0,057	56717	3,083
3.	48	2	0,042	41615	3,232
4.	33	2	0,061	60779	3,048
5.	27	4	0,148	148148	2,544
6.	40	3	0,075	75000	2,940
7.	60	3	0,050	50000	3,145
8.	55	3	0,055	54545	3,102
9.	39	4	0,103	102564	2,767
10.	50	2	0,040	40000	3,251
Rata-rata			0,080	79604	2,908

Tabel 2 menunjukkan hasil DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan Nilai Sigma (σ) dari produk pintu di PD Indah Mulya. Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata DPU yaitu sebesar 0,080 dengan rata-rata nilai DPMO sebesar 79604 dan rata-rata nilai sigma sebesar 2,908. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut perlu dilakukan perbaikan karena nilai sigma masih kurang dari nilai yang diharapkan yaitu sebesar 6.

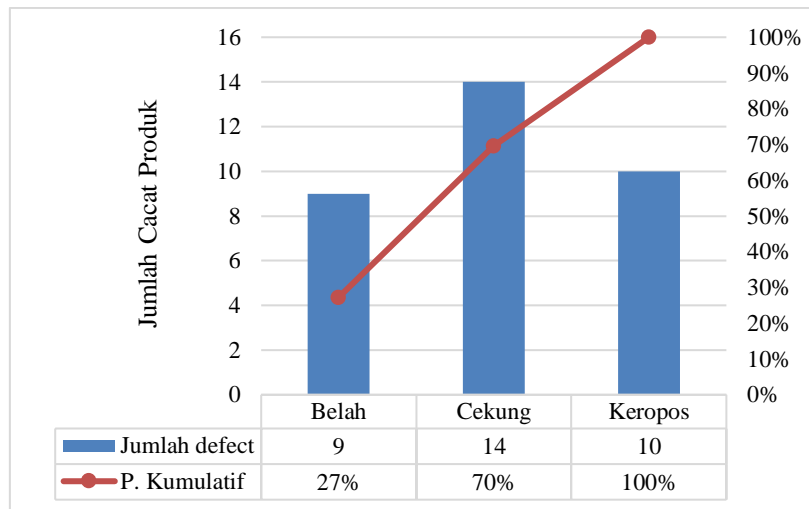
3.3 Tahap Analyze

Tahap *analyze* dilakukan dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cacat menggunakan diagram pareto dan diagram *fishbone* sehingga dapat ditentukan perbaikan yang tepat. **Tabel 3** menunjukkan persentase tiap jenis cacat pada produk pintu.

Tabel 3. Persentase Jenis Cacat

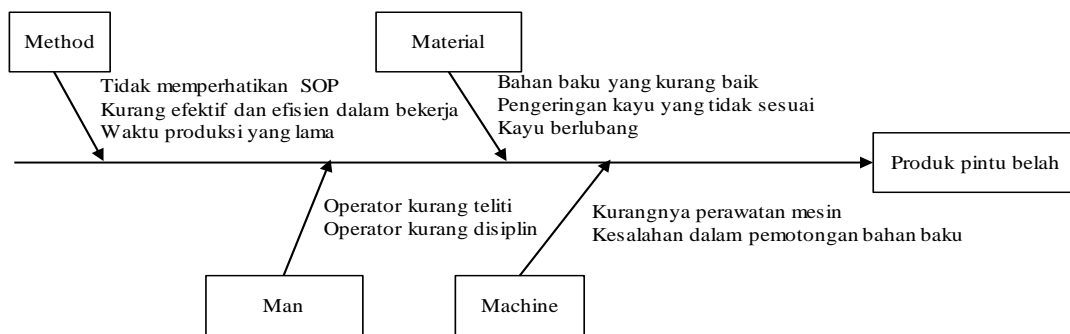
Produk defect	Jumlah defect	P. Produk	P. Kumulatif
Belah	9	27%	27%
Cekung	14	42%	70%
Keropos	10	30%	100%
Total	33	100%	-

Berdasarkan **Tabel 3** tersebut dapat dibuat diagram pareto dibawah ini



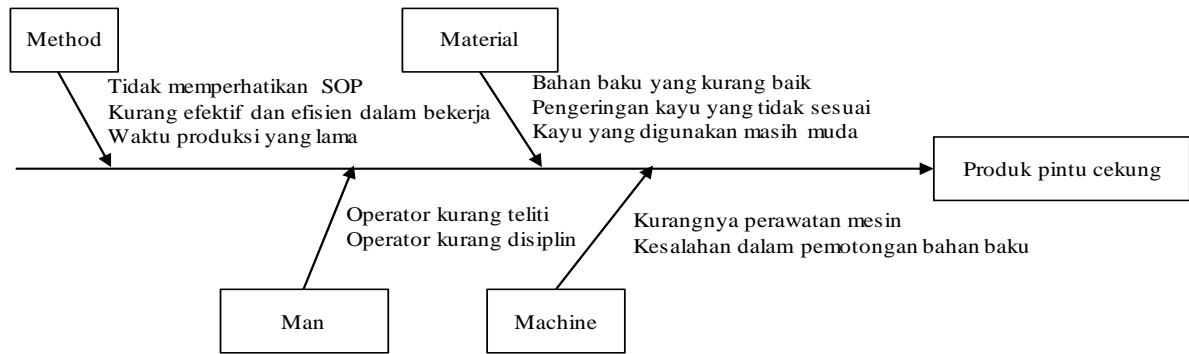
Gambar 1. Diagram Pareto

Selanjutnya analisis menggunakan diagram *fishbone*. **Gambar 2** dibawah merupakan diagram *fishbone* penyebab produk pintu belah.



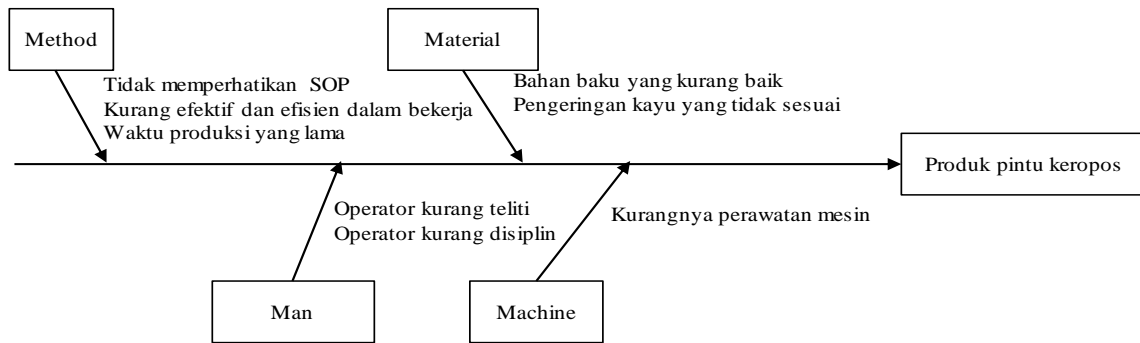
Gambar 2. Diagram Sebab-Akibat Produk Pintu Belah

Berdasarkan **Gambar 2** diatas menunjukkan bahwa produk pintu belah dapat disebabkan oleh faktor *method*, *material*, *man* dan *machine* yang digunakan. Faktor *method* dapat menyebabkan produk pintu belah karena pada saat bekerja tidak memperhatikan SOP sehingga adanya proses yang tidak sesuai yang menyebabkan kecacatan pada proses akhir, kurang efektif dan efisien dalam bekerja dan waktu produksi yang terlalu lama yang tidak sesuai dengan standar. Material kayu juga dapat menjadi faktor penyebab cacat belah pada produk. Material yang kurang baik dan proses persiapan bahan baku yang tidak sesuai dapat menjadi faktor penyebab cacat belah pada produk pintu. Faktor *machine* penyebab produk cacat adalah kurangnya perawatan sehingga terjadi penurunan kinerja mesin dan faktor manusia adalah kurangnya teliti dan disiplin dalam bekerja.



Gambar 3. Diagram Sebab-Akibat Produk Pintu Cekung

Berdasarkan Gambar 3 di atas menunjukkan bahwa produk pintu cekung dapat disebabkan oleh faktor method, material, man dan mesin yang digunakan. Faktor bahan baku menjadi faktor utama penyebab produk pintu menjadi cekung. Jenis kayu yang masih muda biasanya menjadi penyebab banyaknya produk pintu menjadi cekung. Dengan demikian, pemilihan umur jenis kayu harus sangat diperhatikan sehingga cacat jenis cekung dapat dikurangi.



Gambar 4. Diagram Sebab-Akibat Produk Pintu Keropos

Berdasarkan Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa produk pintu keropos dapat disebabkan oleh faktor method, material, man dan mesin yang digunakan. Faktor bahan baku menjadi faktor utama penyebab produk pintu menjadi keropos. Pengerinan kayu yang tidak sesuai akan menyebabkan produk akhir menjadi keropos. Sehingga proses pengerinan kayu pada persiapan bahan baku harus lebih dioptimalkan.

3.4 Tahap Improve

Dalam tahapan keempat ini, tahap *improve* (perbaikan) dilakukan untuk memperbaiki proses produksi yaitu dengan Metode FMEA yang dapat menghasilkan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Nilai RPN tersebut akan dapat dilihat urutan prioritas untuk penanganan dari penyebab kecacatan yang terjadi. Berikut Tabel 4 dibawah merupakan hasil *improve* menggunakan metode FMEA.

Tabel 4. Improve Menggunakan Metode FMEA

Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	SEV	Potential Cause of Failure	OCC	Current Design Control	DET	RPN
Belah	Produk kayu yang belah akan menyebabkan kerusakan serius karena dapat mempengaruhi kekuatan pada produk pintu. Cacat tersebut jika	6	Kurang hati-hati saat proses pemotongan bahan baku	4	Penerapan SOP dalam proses pemotongan	7	168
	Pengerinan yang tidak sesuai		4	Penerapan SOP dalam proses pengeringan	6	144	

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect of Failure</i>	<i>SEV</i>	<i>Potential Cause of Failure</i>	<i>OCC</i>	<i>Current Design Control</i>	<i>DET</i>	<i>RPN</i>
	dibiarkan akan menyebar sehingga menurunkan kualitas pintu.		Bahan baku berlubang	3	Seleksi bahan baku yang digunakan	6	108
			Kadar air pada kayu masih tinggi	4	Menambahkan alat seperti kipas untuk membantu proses pengeringan kayu	5	120
Cekung	Produk pintu yang cekung akan mengurangi nilai estetika pada produk. Selain mengurangi nilai estetika, produk pintu yang cekung akan lebih susah dipasang.	9	Bahan baku yang digunakan masih muda	3	Pemilihan jenis umur kayu yang sesuai dan penerapan SOP pemilihan bahan baku	6	162
			Bahan baku yang kurang baik	4	Seleksi bahan baku yang digunakan	5	180
Keropos	Cacat keropos jika dibiarkan akan mengurangi kekuatan sehingga mengakibatkan kerusakan.	7	Tempat penyimpanan lembab	4	Memperbaiki area penyimpanan bahan baku seperti menambahkan ventilasi udara	6	168
			Proses pengeringan yang tidak sesuai	3	Penerapan SOP dalam proses pengeringan	5	105

3.5 Tahap Control

Pada tahap terakhir *improve* dilakukan rekapitulasi nilai RPN dari tertinggi hingga terendah dari masing-masing *defect* untuk diberikan rekomendasi perbaikan.

Tabel 5. Nilai RPN

<i>Priority</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommendation</i>
1	Bahan baku yang kurang baik	180	Seleksi bahan baku yang digunakan
2	Tempat penyimpanan lembab	168	Memperbaiki area penyimpanan bahan baku seperti menambahkan ventilasi udara
3	Kurang hati-hati saat proses pemotongan bahan baku	168	Penerapan SOP dalam proses pemotongan
4	Bahan baku yang digunakan masih muda	162	Pemilihan jenis umur kayu yang sesuai dan penerapan SOP
5	Pengeringan yang tidak sesuai	144	Penerapan SOP dalam proses pengeringan
6	Kadar air pada kayu masih tinggi	120	Menambahkan alat seperti kipas untuk membantu proses pengeringan kayu
7	Bahan baku berlubang	108	Seleksi bahan baku yang digunakan
8	Proses pengeringan yang tidak sesuai	105	Penerapan SOP dalam proses pengeringan

Tabel 5 diatas merupakan hasil perhitungan RPN (*Risk Priority Number*). Berdasarkan tabel tersebut diketahui penyebab cacat produk yang diurutkan nilai tinggi ke rendah untuk menentukan rekomendasi perbaikan yang tepat dari setiap kegagalan. Nilai RPN tertinggi ada pada bahan baku yang kurang baik. Bahan baku merupakan salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Pemilihan dan penanganan bahan baku yang tepat diharapkan dapat membantu dalam mengurangi produk cacat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PD Indah Mulya mengenai produk pintu dapat disimpulkan bahwa jenis cacat yang biasa terjadi pada produk pintu adalah cacat belah, cacat cekung dan cacat keropos. Persentase cacat produk yaitu cacat belah 27%, cacat cekung sebesar 42% dan cacat keropos sebesar 30%. Jenis cacat yang banyak terjadi pada PD Indah Mulya adalah cacat cekung. Cacat cekung biasanya disebabkan oleh jenis kayu yang digunakan masih muda. Berdasarkan hasil perhitungan RPN untuk FMEA produksi pintu didapatkan beberapa risiko yang memiliki tingkat prioritas paling tinggi untuk melakukan perbaikan guna memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan. Perhitungan Nilai RPN paling tinggi adalah 180 dari jenis cacat cekung dengan penyebab pemilihan bahan baku yang tidak sesuai. Rekomendasi usulan perbaikan untuk mengatasi masalah ini adalah melakukan pembinaan untuk proses pemilihan bahan baku.

5. Referensi

- [1] F. Ahmad, "Six Sigma DMAIC Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada UKM," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 11–17, 2019.
- [2] I. Mashabai, Fikri, Jumriani, and T. Indrayani, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pintu Rumah Pada UD Rahman Meubeler dengan Menggunakan Metode Six Sigma Desa Pungka Kab Sumbawa Besar," *JITSA: Jurnal Industri&Teknologi Samawa*, vol. 3, no. 1, pp. 49–53, 2022.
- [3] H. Ramadhani and I. N. Gusniar, "Usulan Penerapan Metode Lean Six Sigma untuk Menurunkan Angka Produk Cacat pada Produksi Camshaft di PT. Morita Tjokro Gearindo," *JSE: Serambi Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 4572–4580, 2023.
- [4] M. A. Faiz, Winarno, and A. Suseno, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Celana pada UMKM KMStoreid Menggunakan Metode Statistical Process Control," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 6, no. 4, pp. 4015–4023, 2022.
- [5] P. S. K. Hanifah and I. Iftadi, "Penerapan Metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis untuk Perbaikan Pengendalian Kualitas Produksi Gula," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 8, no. 2, pp. 90–98, 2022.
- [6] A. Rahman and S. Perdana, "Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA," *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 33–37, 2021.
- [7] H. Dewi, Maryam, and D. Sutiyarno, "Analisa produk cacat menggunakan metode peta kendali p dan root cause analysis," *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 7, no. 2, pp. 10–18, 2018.
- [8] A. Khatammi and A. W. Rizqi, "Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan dengan Metode Failure Mode Effect Analysis," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 2922–2928, 2022.
- [9] D. Z. Wati and P. W. Laksono, "Metode Six Sigma sebagai Solusi Peningkatan dan Pengendalian Kualitas Proses Produksi KKBW 480 di PT INKA Persero," in *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2022*, 2022, pp. 1–11.
- [10] G. A. Wibowo and A. Z. Al Faristy, "Penerapan Six Sigma Dalam Pengendalian Kualitas Produk Mebel Pada PT Alis Jaya Ciptatama," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro, dan Informatika (JTMEI)*, vol. 2, no. 3, pp. 203–211, 2023.
- [11] E. Riandari, J. Susetyo, and E. W. Asih, "Pengendalian Kualitas Produksi Genteng Menggunakan Penerapan Metode Six Sigma dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," *Jurnal REKAVASI: Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Industri*, vol. 10, no. 1, pp. 64–71, 2022.
- [12] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya," in *Prosiding Semnastek*, 2019, pp. 1–9.
- [13] B. Septiana and B. Purwanggono, "Analisis Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Failure Mode Error Analysis (FMEA) Pada Divisi Sewing PT Pisma Garment Indo," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 7, no. 3, 2018.
- [14] A. Y. Setiawan, J. Susetyo, and R. A. Simanjuntak, "Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang," *Jurnal REKAVASI: Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Industri*, vol. 9, no. 1, pp. 9–19, 2021.
- [15] A. Qothrunnada and Rochmoeljati, "Pengendalian Kualitas Proses Produksi Paving Block K300 T-6 Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PT. Pesona Arnos Beton," *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, vol. 8, no. 2, pp. 94–104, 2023.