

Enhancing Product Quality and Process Capability in the Indonesian Furniture Industry through Six Sigma DMAI Implementation: A Case Study on Laminating Defects

Dini Retnowati¹, Rido Agus Priyanto², Ika Widya Ardhyani³, Moch. Anshori⁴

^{1,2,3,4} Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5/2/2024

Revised 4/3/2024

Accepted 1/6/2024

JEL Classification: -

Key words:

Quality, six sigma, DMAI, FMEA, RCA

ABSTRACT

Product quality is critical in today's competitive business environment, as it determines customer satisfaction, operational efficiency, and market competitiveness. Variability in the production process is often the main cause of product defects, which lowers customer satisfaction and increases production costs. The Six Sigma method with the DMAI (Define, Measure, Analyze, Improve) approach can reduce variability and improve process capability. This study focuses on implementing Six Sigma in the Indonesian furniture industry, which saw a 28.93% increase in export value in 2021 but still needs to improve with product quality consistency. One furniture manufacturer experienced a laminating defect rate of 3%, exceeding the company's standard of 1%. Through the DMAI phases, this research identifies the leading causes of defects and develops improvement recommendations. Analysis using control charts, DPMO, Pareto diagrams, FMEA, and RCA revealed that most defects are caused by human factors, such as operators not performing machine checks and cleanings and using wooden pallets that do not meet standards. Improvement recommendations include creating standard checklists, conducting regular training, and implementing monitoring systems for machine checks, pallet cleaning, and setting pallet standard specifications. Implementing Six Sigma is expected to improve process capability, reduce defects, and enhance the company's competitiveness in the global market.

ABSTRAK

Kualitas produk adalah faktor kritis dalam kompetisi bisnis saat ini karena menentukan kepuasan pelanggan, efisiensi operasional, dan daya saing pasar. Variabilitas dalam proses produksi sering kali menjadi penyebab utama cacat produk, yang menurunkan kepuasan pelanggan dan meningkatkan biaya produksi. Untuk mengurangi variabilitas dan meningkatkan kapabilitas proses, metode Six Sigma dengan pendekatan DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*) dapat diterapkan. Studi ini fokus pada penerapan Six Sigma di industri furnitur di Indonesia, yang mengalami kenaikan nilai ekspor sebesar 28,93% pada tahun 2021 namun masih menghadapi masalah konsistensi kualitas produk. Salah satu produsen furnitur mengalami cacat laminasi sebesar 3%, melebihi standar perusahaan 1%. Melalui tahapan DMAI, penelitian ini mengidentifikasi penyebab utama cacat dan menyusun rekomendasi perbaikan. Analisis menggunakan peta kendali, DPMO, diagram Pareto, FMEA, dan RCA mengungkapkan bahwa sebagian besar cacat disebabkan oleh faktor manusia, seperti operator tidak melakukan pengecekan dan pembersihan mesin serta penggunaan palet kayu yang belum sesuai standar. Rekomendasi perbaikan mencakup pembuatan checklist standar, pelatihan rutin, dan implementasi sistem monitoring untuk pengecekan mesin, pembersihan palet, serta penetapan spesifikasi standar palet. Diharapkan implementasi Six Sigma dapat meningkatkan kapabilitas proses, mengurangi cacat, dan meningkatkan daya saing perusahaan di pasar global.

1. PENDAHULUAN

Kualitas suatu produk dalam dunia bisnis yang

kompetitif seperti saat ini, menjadi sangat penting untuk keberhasilan perusahaan. Kualitas yang

tinggi meningkatkan kepuasan pelanggan, efisiensi operasional dan peningkatan dalam daya saing pasar (Retnowati et al., 2022a). Kualitas secara garis besar dapat diartikan sebagai suatu ukuran sejauh mana produk atau layanan dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Peningkatan kualitas juga dapat didefinisikan sebagai pengurangan variabilitas dalam proses dan produk (Montgomery, 2009). Variabilitas adalah salah satu penyebab utama ketidakstabilan dan ketidakkonsistenan dalam kualitas produk. Ketika variabilitas dalam proses produksi tinggi, kemungkinan produk cacat juga meningkat, yang pada gilirannya menurunkan tingkat kepuasan pelanggan dan meningkatkan biaya produksi karena adanya rework atau scrap.

Dengan mengurangi variabilitas, perusahaan dapat memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang konsisten, sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan dan efisiensi operasional. Pengurangan variabilitas dalam proses produksi secara langsung juga dapat meningkatkan kapabilitas proses. Ketika variabilitas rendah, hasil proses lebih konsisten dan lebih dekat dengan target spesifikasi, sehingga terdapat peningkatan kemungkinan output yang dihasilkan dapat memenuhi spesifikasi.

Oleh karena itu, diperlukan adanya upaya berkelanjutan dalam pengendalian kualitas untuk mengurangi variabilitas dan meningkatkan kapabilitas proses. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam implementasi pengendalian kualitas adalah metode Six Sigma. Melalui pendekatan DMAIC dan alat-alat statistik, Six Sigma dapat mengidentifikasi dan mengurangi variabilitas dalam proses, yang pada gilirannya meningkatkan kapabilitas proses. Peningkatan kapabilitas ini memastikan bahwa proses dapat menghasilkan output yang konsisten dan memenuhi spesifikasi kualitas yang ditetapkan (Sujová & Simanová, 2021). Dengan demikian, Six Sigma merupakan metodologi yang sangat efektif dalam meningkatkan kualitas produk melalui pengendalian variabilitas dan peningkatan kapabilitas proses (Simanová et al., 2019; Simanova & Gejdoš, 2021; Simanová & Sujová, 2022).

Metode six sigma dapat diterapkan baik pada industri jasa (Chakrabarty & Tan, 2007; Jayamohan & Bhasi, 2024) dan industri manufaktur seperti pada industri monosodium glutamate (Retnowati et al., 2022), industri textile

(Nedra et al., 2022), industri kertas (Prasetyo et al., 2022) serta salah satunya yaitu pada industri furnitur. Nilai ekspor industri furnitur di Indonesia, pada tahun 2021 mengalami kenaikan sebesar 28,93% (Harera et al., 2022). Kenaikan ini menunjukkan potensi pasar yang besar bagi perusahaan-perusahaan furnitur di Indonesia. Pemenuhan potensi ini juga harus diimbangi dengan kualitas produk yang baik. Namun, masih banyak perusahaan furnitur di Indonesia yang masih menghadapi kendala dalam konsistensi kualitas produk yang dihasilkan. Seperti yang dihadapi oleh salah satu produsen furnitur pada bagian proses laminasi. Rata-rata persentase cacat laminasi setiap bulannya sebanyak 3%, melebihi standar yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 1%. Sehingga melalui metode Six Sigma dengan pendekatan tahapan DMAI dilakukan identifikasi penyebab cacat tersebut serta menyusun rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan oleh perusahaan. Diharapkan melalui penelitian ini juga bisa memberikan kontribusi bagi peningkatan kapabilitas proses di perusahaan tersebut yang berujung pada peningkatan kualitas produk dan daya saing perusahaan di pasar global.

2. LANDASAN TEORI

Six sigma sebagai salah satu metode ilmiah dan statistik yang berfokus untuk mengurangi tingkat kecacatan ((Baptista et al., 2020; Hakimi et al., 2018). Metode ini dapat mengurangi tingkat produk cacat yang dihasilkan oleh perusahaan. Satu pendekatan untuk metode Six Sigma adalah DMAIC (Define, Measure, Analyze Improve, Control). Pendekatan DMAIC mirip dengan beberapa metode yang biasa digunakan di manufaktur, seperti Plan-Do-Check-Act dan Metode Tujuh Langkah Juran dan Gryna, karena sama-sama bertujuan untuk perbaikan (Hakimi et al., 2018). Melalui metode ini dapat diketahui akar masalah yang menyebabkan turunnya kualitas produk.

Melalui penerapan metode six sigma ini, dapat diketahui level atau tingkat sigma pada masing-masing industri atau perusahaan, sehingga perusahaan dapat merencanakan strategi yang harus dilakukan untuk memperbaiki ataupun meningkatkan level atau tingkat sigmanya. Secara keseluruhan penerapan Six Sigma dapat mendukung kontrol kualitas yang berkesinambungan yang bertujuan mengurangi

variabilitas dan meningkatkan kapabilitas proses sehingga dapat menghilangkan jumlah produk cacat yang terjadi

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan tahapan perbaikan kualitas menggunakan metode Six Sigma yang dibagi menjadi empat langkah yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve* dengan penjelasan dibawah ini :

1. Define

Define sebagai langkah awal dalam strategi perbaikan kualitas dengan penerapan metode Six Sigma DMAI. Pada tahapan ini dilakukan kegiatan pengumpulan data untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas kunci, *Critical To Quality* (CTQ) sesuai dengan keinginan dari pelanggan, mengidentifikasi jenis cacat produk yang akan diteliti, mengetahui jumlah cacat produk

2. Measure

Langkah selanjutnya adalah *measure* yang merupakan tahapan kedua dalam metode Six Sigma DMAI, pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya. Ada beberapa tindakan utama yang dapat dilakukan yaitu menetapkan batas kendali atribut dengan perhitungan nilai *mean* (CL) untuk identifikasi karakteristik data, UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) serta mengimplementasikan diagram pareto.

Perhitungan peta kendali atribut dilakukan menggunakan rumus :

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel

np = Jumlah kecacatan

\bar{p} = Rata-rata proporsi kecacatan

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

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Keterangan :

\bar{p} = Rata-rata proporsi kecacatan

n = Jumlah sampel

Kemudian merumuskan nilai DPU (*Defect per Unit*) yang menjadi dasar perhitungan terjadinya ketidaksesuaian pada proses produksi, DPO (*Defect Per Opportunities*) digunakan sebagai

parameter kegagalan yang ditetapkan dalam kegiatan perbaikan kualitas dengan metode Six Sigma, DPO memperlihatkan kegagalan per satu kesempatan, perhitungan dilakukan menggunakan rumus :

$$DPU = (\text{Jumlah defect}) / (\text{Jumlah sampel})$$

$$DPO = DPU / (\text{Banyak CTQ})$$

Defect per Million Opportunities (DPMO) digunakan sebagai parameter kegagalan dalam kegiatan perbaikan kualitas dengan metode Six Sigma untuk mengetahui kegagalan per satu juta kesempatan, digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan proses dan menentukan level sigma. Perhitungan DPMO dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Level sigma seringkali dikaitkan dengan kemampuan proses, yang diketahui dalam perhitungan nilai sigma. Perhitungan nilai sigma menggunakan rumus :

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

Keterangan :

NORMSINV = Rumus kapabilitas dalam microsoft excel

3. Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap pengolahan data yang dilakukan yaitu dengan mengidentifikasi cacat terbesar menggunakan metode FMEA dan kemudian dianalisa akar penyebab masalah dengan menggunakan metode *root cause analysis* (RCA).

4. Improve

Setelah sumber penyebab dari permasalahan kualitas produk diketahui, selanjutnya dilaksanakan rencana tindakan perbaikan dengan tujuan menjaga kualitas produk dan memberikan solusi perbaikan dari masalah yang diteliti untuk meminimalkan cacat dan mempercepat proses. Usulan perbaikan didapatkan dengan mengidentifikasi kondisi umum yang seharusnya dilakukan dalam sebuah proses produksi.

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Ada beberapa tahapan proses produksi pembuatan furnitur. Proses pertama adalah laminasi dimana dilakukan pelapisan partikel board (PB) dengan *sheet paper* menggunakan lem khusus sesuai dengan *sheet* yang dipakai. Proses laminasi ini dilakukan menggunakan mesin laminating yang menghasilkan output berupa PB

yang telah terlapsi paper dengan warna dan ukuran sesuai permintaan. Proses kedua adalah *cutting*, merupakan proses pemotongan bahan material *particle board* (PB) yang sudah dilaminasi dengan ukuran sesuai permintaan. Hasil potong akan di taruh di palet kayu dimana ukuran palet disesuaikan dengan komponen yang dipotong sebelum dikirim ke proses selanjutnya. Proses ketiga adalah *edging*. Proses *edging* merupakan proses pelapisan pada sisi samping komponen *particle board* (PB) dengan Vinyl dengan warna,tebal dan ukuran sesuai dengan kebutuhan.

Proses keempat adalah proses *drilling* atau proses bor yaitu merupakan proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor pada papan *particle board* (PB) dengan ukuran sesuai gambar kerja. Proses kelima, *assembling* merupakan proses perakitan komponen seperti pemasangan handel pintu, pemasangan logo/sticker komponen, pemberian nomor komponen dan proses *cleaning* komponen. Terakhir adalah proses keenam, proses *packing*, merupakan proses pengemasan/ pengepakan setiap produk hasil produksi sesuai dengan tipe produk dengan jumlah berdasarkan permintaan.

Dari pemaparan diatas, dapat diketahui bahwa proses produksi di perusahaan furnitur ini berlangsung secara serial atau berkesinambungan. Sehingga apabila terjadi permasalahan kualitas pada proses awal maka akan berimbas pada kualitas produk di proses berikutnya. Seperti yang terjadi pada proses pertama yaitu proses laminasi, cacat produk laminasi melebihi target yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 1%. Rata-rata jumlah cacat laminasi dalam kurun waktu tahun 2022 sebesar 3 %. Berikut ini adalah implementasi metode six sigma dengan tahapan DMAI pada proses produksi laminasi:

Define

Pada tahap ini, CTQ diidentifikasi dan didefinisikan dengan jelas berdasarkan kebutuhan pelanggan. Karakteristik kualitas CTQ hasil laminasi bisa dikatakan baik bila memenuhi kriteria seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria CTQ (*Critical To Quality*) produk furnitur

NO	CTQ	Keterangan	Defect/Cacat
1	<i>Particle board</i> padat dan kokoh	Memiliki kepadatan yang seragam,	Kondisi dari kecacatan ini adalah cacat <i>sheet</i> membuka
2	Daya rekat lem kuat	Merekat rata diseluruh permukaan <i>particle board</i>	
3	Jenis <i>sheet</i> tahan air dan kuat	Material tahan terhadap air (<i>waterproof</i>) dan memiliki <i>scartch</i> resisten tinggi	Kondisi dari kecacatan ini adalah <i>sheet</i> mudah sobek dan mudah <i>scratch</i>
4	Permukaan <i>sheet</i> halus	Tidak kasar, tidak ada lipatan (arah serat lurus)	Kondisi dari kecacatan ini adalah <i>sheet</i> keriput

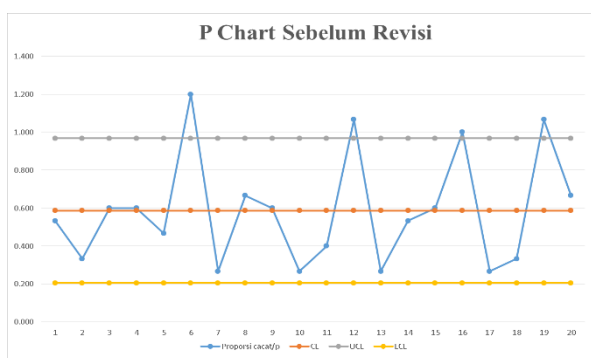
Measure

Peta kendali dipergunakan pada tahapan ini untuk memantau, mengendalikan, dan meningkatkan kinerja proses. Melalui peta kendali dapat diidentifikasi variasi dan penyimpangan sehingga dapat membantu perusahaan dalam menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan konsisten, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Berdasarkan pada jenis cacat yang telah diidentifikasi pada tahapan sebelumnya maka peta kendali yang dipergunakan adalah peta kendali untuk data atribut, seperti ditunjukkan dibawah ini .

Tabel 2. Data perhitungan CL,LCL dan UCL

No	Data sampel (n)	Data Cacat (np)	Proporsi cacat (P)	CL	UCL	LCL
1	15	8	0.533	0.587	0.968	0.205
2	15	5	0.333	0.587	0.968	0.205
3	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
4	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
5	15	7	0.467	0.587	0.968	0.205
6	15	18	1.200	0.587	0.968	0.205
7	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
8	15	10	0.667	0.587	0.968	0.205
9	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
10	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
11	15	6	0.400	0.587	0.968	0.205
12	15	16	1.067	0.587	0.968	0.205
13	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
14	15	8	0.533	0.587	0.968	0.205
15	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
16	15	15	1.000	0.587	0.968	0.205
17	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
18	15	5	0.333	0.587	0.968	0.205
19	15	16	1.067	0.587	0.968	0.205
20	15	10	0.667	0.587	0.968	0.205
Jmlh	300	176				
p-bar	0.587					

Data diatas merupakan sampling yang telah diambil secara random dengan tujuan dapat melihat bagaimana proses produksi dibagian laminasi, apakah sudah berada dalam batas kendali atau tidak. Pengamatan dilakukan sebanyak 20 kali dengan 15 sampel produk dengan jumlah reject keseluruhan mencapai 176 pcs dari 300 produk yang dijadikan sampel.

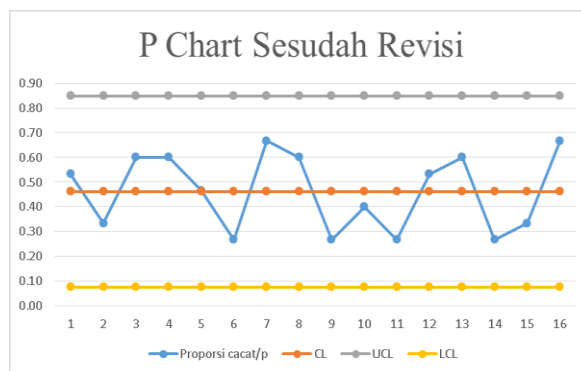


Gambar 1. Peta kendali data atribut

Dari hasil analisis peta kendali pada gambar diatas terdapat 4 data yang berada diluar batas kendali. Oleh karena itu, dilakukan revisi terhadap peta kendali dengan menghilangkan data sampel yang berada diluar batas kendali. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua data yang akan diolah selanjutnya berada dalam batas kendali statistik.

Tabel 3. Data perhitungan CI, LCL, UCL setelah revisi

No	Data sampel (n)	Data Cacat (np)	Proporsi cacat (P)	CL	UCL	LCL
1	15	8	0.533	0.587	0.968	0.205
2	15	5	0.333	0.587	0.968	0.205
3	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
4	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
5	15	7	0.467	0.587	0.968	0.205
6	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
7	15	10	0.667	0.587	0.968	0.205
8	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
9	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
10	15	6	0.400	0.587	0.968	0.205
11	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
12	15	8	0.533	0.587	0.968	0.205
13	15	9	0.600	0.587	0.968	0.205
14	15	4	0.267	0.587	0.968	0.205
15	15	5	0.333	0.587	0.968	0.205
16	15	10	0.667	0.587	0.968	0.205
Jumlah	300	176				



Gambar 2. Peta kendali setelah revisi

Dari gambar peta kendali diatas telah dilakukan perbaikan maka tidak ada lagi proporsi cacat yang berada pada luar batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi yang dipantau berada dalam kendali statistik. Namun peta kendali diatas juga memberikan informasi bahwa tingkat cacat laminasi yang terjadi bahkan dapat mencapai 4,82 %, melebihi batas standar yang telah ditetapkan yaitu maksimal 1 %. Oleh sebab itu diperlukan analisa lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan mengurangi faktor-faktor penyebab cacat laminasi tersebut.

Untuk langkah selanjutnya mencari *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*.

Tabel 4. Perhitungan DPMO dan sigma

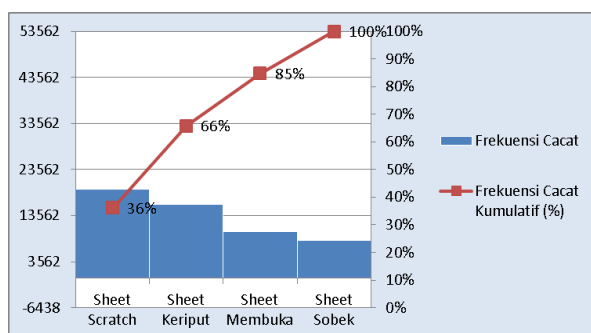
Bln	Jumlah Produksi (pcs)	Jumlah Produk Cacat (pcs)	CTQ	DPMO	Tingkat Sigma
Jan	162100	3289	4	5072.48	4.07
Feb	143600	3426	4	5964.48	4.01
Mar	161100	3683	4	5715.39	4.03
Apr	140000	4099	4	7319.64	3.94
Mei	127100	4313	4	8483.47	3.89
Jun	122000	4330	4	8872.95	3.87
Jul	116300	4756	4	10223.55	3.82
Agust	116000	4780	4	1030.17	4.58
Sept	144100	4862	4	8435.11	3.89
Ok	162000	4868	4	7512.34	3.93
Nov	124000	5447	4	10981.85	3.79
Des	118330	5709	4	12061.60	3.76
Total	1636630	53562			
Rata-rata				7639.419	3.96

DPMO merupakan salah satu penilaian kapabilitas proses untuk mengukur seberapa baiknya suatu proses produksi dengan rasio jumlah cacat dalam 1 juta peluang dimana suatu produk mengandung lebih dari satu cacat. Tabel 3 diatas adalah hasil perhitungan nilai DPMO dan Six Sigma periode tahun 2022.

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa besaran nilai DPMO bervariasi, naik turun setiap bulannya selama periode tahun 2022. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi belum dikendalikan dengan baik karena suatu proses yang dikendalikan dan ditingkatkan secara berkala akan menunjukkan kecenderungan nilai DPMO yang menurun sepanjang waktu. Hasil pengolahan data pada tabel 4 juga menunjukkan bahwa rata-rata nilai sigma sebesar 3.96. Rata-rata nilai sigma yang diperoleh digunakan sebagai baseline kinerja untuk acuan peningkatan dalam periode selanjutnya.

Tools berikutnya yang dipergunakan dalam tahap *measure* adalah diagram pareto. Penggunaan diagram pareto akan membantu mengidentifikasi, memprioritaskan, dan memvisualisasikan permasalahan utama yang dihadapi dalam hal ini adalah jenis cacat yang terjadi. Diagram Pareto juga memungkinkan perusahaan untuk fokus pada upaya perbaikan jenis cacat yang akan memberikan dampak perbaikan terbesar.

Diagram pareto dibawah ini menunjukkan total jumlah produk cacat selama 1 tahun adalah sebanyak 53562 pcs. Dimana 85% jenis cacat yang terjadi adalah berupa cacat *sheet scratch*, cacat *sheet keriput* dan cacat *sheet membuka*. Prinsip Pareto, yang menyatakan bahwa sekitar 80% dari efek disebabkan oleh 20% dari penyebab adalah prinsip yang digunakan dalam menginterpretasikan hasil dari diagram pareto dibawah ini sehingga ketiga jenis cacat inilah yang nantinya akan dianalisis lebih lanjut pada tahapan berikutnya.



Gambar 3. Diagram Pareto

Berikut ini adalah gambaran dari ketiga jenis cacat yang menjadi prioritas perbaikan :

1. *Sheet Scratch*/tergores

Cacat *sheet scratch* adalah jenis cacat seperti goresan tajam pada permukaan material *particle board* yang sudah terlamniasi. *Scratch* atau goresan yang muncul bentuknya bisa lurus dan tidak beraturan



Gambar 5. Cacat *Sheet Scratch*

2. *Sheet Keriput*

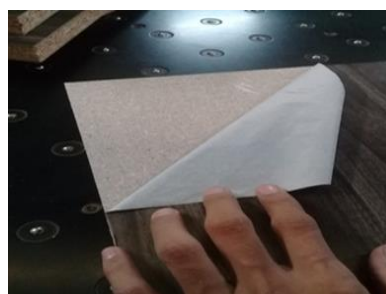
Cacat *sheet keriput* adalah jenis cacat yang terjadi pada permukaan *sheet* yang sudah terlamniasi di papan *particle board* membentuk seperti kerutan atau lipatan-lipatan dalam jumlah yang banyak.



Gambar 6. Jenis cacat *sheet keriput*

3. *Sheet Membuka*

Sheet membuka adalah jenis cacat dimana lem yang digunakan untuk proses laminasi antara *sheet* dan *particle board* tidak merekat dan menyebar secara menyeluruh pada permukaan papan sehingga menyebabkan *sheet* pada beberapa sisi membuka (tidak lengket).



Gambar 7. Jenis cacat *sheet membuka*

Analyze

Tahap *analyze* bertujuan untuk mengidentifikasi dan memverifikasi sebuah akar penyebab dari suatu permasalahan dengan mengandalkan data informasi yang ada. Pada tahapan ini akan digunakan dua *tools* yaitu FMEA dan RCA. Melalui pengolahan data menggunakan FMEA akan diperoleh besaran nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebagai langkah mengetahui prioritas perbaikan yang dilakukan. Untuk menentukan besaran nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* pada setiap ketiga jenis cacat yang terjadi melalui kegiatan *brainstorming* dengan manager produksi dan pengolahan data historis.

Berdasarkan hasil pengolahan data pada tabel 5-7 dibawah ini, diperoleh tiga nilai RPN tertinggi yang akan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui faktor penyebab munculnya cacat tersebut. Berikut ini adalah rincian hasil pengolahan data dengan FMEA.

Tabel 5. FMEA untuk jenis cacat *sheet scratch*

Proses	Potensi Kegagalan	Efek	S	Potensi Penyebab	O	Proses Kontrol	D	RPN
Laminasi	Hasil laminasi tergores atau <i>scratch</i>	Produk tidak sesuai standar (di- <i>reject</i>)	5	Roll conveyor dan glue roll mesin laminasi dalam kondisi kotor	4	<i>Visual Checking</i>	4	80
			5	Alas pallet yang digunakan bagian atas permukaannya kurang bersih	3	<i>Visual Checking</i>	4	60

Tabel 6. FMEA untuk jenis cacat *sheet keriput*

Proses	Potensi Kegagalan	Efek	S	Potensi Penyebab	O	Proses Kontrol	D	RPN
Laminasi	Hasil Laminasi Keriput	Produk tidak sesuai standar (di- <i>reject</i>)	5	<i>Sheet</i> tepos, melipat dan bergelombang	3	<i>Visual Checking</i>	4	60
			5	Material <i>sheet</i> gulungannya kendor	2	<i>Visual Checking</i>	4	40

Tabel 7. FMEA untuk jenis cacat *sheet* membuka

Proses	Potensi Kegagalan	Efek	S	Potensi Penyebab	O	Proses Kontrol	D	RPN
Laminasi	Hasil Laminasi membuka	Produk tidak sesuai standar (di- <i>reject</i>)	4	Lem pada permukaan <i>particle board</i> kering sebelum terlaminasi	3	<i>Visual Checking</i>	4	48
			3	Tebal <i>particle board</i> tidak sama atau selisih ketebalannya	2	<i>Visual Checking</i>	4	24

Tools berikutnya yang dipergunakan adalah *Root Cause Analysis* (RCA). Tabel 8 dibawah ini menunjukkan hasil pengolahan data menggunakan RCA.

Tabel 8. RCA jenis cacat produk laminasi

Defect	Why 1	Why 2	Why 3
<i>Sheet Scratch</i>	Roll conveyor dan glue roll mesin laminasi dalam kondisi kotor.	Terdapat serbuk kayu atau sisa lem yang menempel pada permukaan roll conveyor dan roll mesin laminasi.	Operator tidak melakukan pengecekan ulang kondisi mesin sebelum dan sesudah digunakan.
	Alas pallet yang digunakan bagian atas permukaannya kurang bersih	Ada kotoran dari serpihan serbuk kayu di permukaan alas pallet untuk laminasi.	Operator tidak melakukan pembersihan pada permukaan alas pallet sebelum digunakan
<i>Sheet Keriput</i>	<i>Sheet</i> tepos, melipat dan bergelombang	Gulungan <i>sheet</i> terbentur, jatuh, penataan tumpukan tidak rata dan terkena benda tumpul.	Pallet kayu untuk menyimpan gulungan <i>sheet</i> belum sesuai standar

Berdasarkan pada penelusuran penyebab munculnya jenis cacat *sheet scratch* dan *sheet keriput* sebagian besar disebabkan oleh factor manusia. Akar penyebab inilah yang nantinya menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan pada tahap *improve*.

Improve

Pada tahapan akhir dari penelitian ini, digunakan metode 5W 1H untuk mengembangkan rekomendasi perbaikan. Berikut analisis 5 W 1 H untuk setiap penyebab masalah yang telah ditelusuri pada tahapan sebelumnya.

Penyebab 1:

Operator tidak melakukan pengecekan ulang kondisi mesin sebelum dan sesudah digunakan

1. *What* (Apa)

Apa yang menjadi penyebab cacat?

Operator tidak melakukan pengecekan ulang kondisi mesin sebelum dan sesudah digunakan.

2. *Why* (Mengapa)

Mengapa pengecekan ulang kondisi mesin penting?

Untuk memastikan bahwa mesin berfungsi dengan baik dan tidak ada masalah yang dapat menyebabkan cacat pada produk.

Untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah sebelum menyebabkan kerusakan.

3. *Who* (Siapa)

Siapa yang bertanggung jawab untuk melakukan pengecekan?

Operator mesin.

4. *Where* (Di mana)

Di mana pengecekan ulang harus dilakukan?

Di tempat kerja, yaitu di area mesin laminasi

5. *When* (Kapan)

Kapan pengecekan ulang harus dilakukan?

- Sebelum mesin digunakan (sebelum shift kerja dimulai).
- Setelah mesin selesai digunakan (setelah shift kerja berakhir)

6. *How* (Bagaimana)

Bagaimana pengecekan ulang kondisi mesin dilakukan?

- Membuat checklist standar untuk pengecekan kondisi mesin yang harus diikuti oleh operator.
- Mengadakan pelatihan rutin bagi operator tentang pentingnya dan cara melakukan pengecekan mesin dengan benar. Serta memastikan operator memahami dampak tidak dilakukannya pengecekan mesin dengan benar
- Mengimplementasikan sistem monitoring dan pencatatan untuk memastikan pengecekan dilakukan secara konsisten.

Penyebab 2 :

Operator tidak melakukan pembersihan pada permukaan alas palet sebelum digunakan.

1. *What* (Apa)

Apa yang menjadi penyebab cacat?

Operator tidak melakukan pembersihan pada permukaan alas palet sebelum digunakan.

2. *Why* (Mengapa)

Mengapa pembersihan permukaan alas pallet penting?

Untuk memastikan bahwa permukaan palet bebas dari kotoran atau partikel yang dapat menyebabkan goresan pada *sheet*.

3. *Who* (Siapa)

Siapa yang bertanggung jawab untuk melakukan pembersihan?

Operator yang menggunakan pallet.

4. *Where* (Di mana)

Di mana pembersihan harus dilakukan?

Di area penyimpanan dan penggunaan pallet.

5. *When* (Kapan)

Kapan pembersihan harus dilakukan?

- Sebelum palet digunakan untuk pertama kali dalam shift kerja.
- Setiap kali palet digunakan kembali setelah perpindahan atau penyimpanan.

6. *How* (Bagaimana)

Bagaimana pembersihan permukaan alas palet

dilakukan?

- Membuat prosedur standar untuk pembersihan permukaan alas palet.
- Menyediakan alat dan bahan pembersih yang diperlukan.
- Memastikan ada area khusus untuk pembersihan palet sebelum digunakan.
- Mengimplementasikan sistem monitoring dan pencatatan untuk memastikan pembersihan palet dilakukan secara konsisten.

Penyebab 3 :

Palet kayu untuk menyimpan gulungan *sheet* belum sesuai standar

1. *What* (Apa)

Apa yang menjadi penyebab cacat?

Palet kayu untuk menyimpan gulungan *sheet* belum sesuai standar, yang menyebabkan *sheet* menjadi keriput selama proses penyimpanan dan pengangkutan.

2. *Why* (Mengapa)

Mengapa palet kayu yang sesuai standar penting? Palet yang sesuai standar memastikan bahwa gulungan *sheet* disimpan dengan baik, mencegah *sheet* tepos atau bergelombang selama penyimpanan dan pengangkutan, yang pada akhirnya mencegah cacat keriput pada *sheet*.

3. *Who* (Siapa)

Siapa yang bertanggung jawab untuk memastikan palet sesuai standar?

Tim pengadaan (*procurement*) dan tim produksi yang bertanggung jawab atas pembelian dan pemeliharaan palet.

4. *Where* (Di mana)

Di mana palet digunakan dan harus diperiksa?

Di area penyimpanan dan produksi di mana gulungan *sheet* disimpan dan diangkut.

5. *When* (Kapan)

Kapan pemeriksaan dan penggantian palet harus dilakukan?

Secara rutin sebelum penyimpanan gulungan *sheet* baru dan setiap kali palet menunjukkan tanda-tanda kerusakan atau tidak sesuai standar.

6. *How* (Bagaimana)

Bagaimana memastikan pallet sesuai standar?

Dengan menetapkan spesifikasi standar untuk palet, melakukan inspeksi rutin, dan memastikan kepatuhan terhadap standar tersebut.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan ada tiga penyebab cacat yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan yang pertama operator tidak melakukan pengecekan ulang kondisi mesin

sebelum dan sesudah digunakan; kedua, operator tidak melakukan pembersihan pada permukaan alas palet sebelum digunakan. Kedua penyebab ini menimbulkan munculnya cacat *sheet scratch*. Penyebab ketiga yaitu Palet kayu untuk menyimpan gulungan *sheet* belum sesuai standar yang menyebabkan munculnya cacat berupa *sheet keriput*. Untuk peningkatan kualitas produk furnitur khususnya produk hasil proses laminasi maka ketiga penyebab tersebut perlu diperbaiki melalui sejumlah rekomendasi yaitu membuat checklist standar pengecekan kondisi mesin dan prosedur pembersihan palet, menyediakan alat pembersih yang diperlukan. Pelatihan rutin bagi operator tentang pentingnya pengecekan dan pembersihan yang benar harus diadakan, dengan sistem monitoring dan pencatatan yang konsisten untuk memastikan kepatuhan. Selain itu, menetapkan spesifikasi standar untuk palet, melakukan inspeksi rutin, dan memastikan kepatuhan terhadap standar tersebut akan membantu mencegah cacat pada produk.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Baptista, A., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, S., & Pinto, G. (2020). Applying DMADV on the industrialization of updated components in the automotive sector: A case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1332–1339. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.186>
- Chakrabarty, A., & Tan, K. C. (2007). The current state of six sigma application in services. In *Managing Service Quality* (Vol. 17, Issue 2, pp. 194–208). <https://doi.org/10.1108/09604520710735191>
- Hakimi, S., Zahraee, S. M., & Mohd Rohani, J. (2018). Application of Six Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(4), 562–578. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0069>
- Harera, A., Rahmalia, I., & Ghifari, A. D. Al. (2022). *Pengelolaan sampah furnitur di Indonesia*.
- Jayamohan, K. G., & Bhasi, A. B. (2024). Integration of Six Sigma and European Fundamental Quality Management for Continuous Improvement of the Mechanical Engineering Course in Higher Education. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, 11(2), 1–15. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V11I2P101>
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to statistical quality control* (7th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Nedra, A., Néjib, S., Boubaker, J., & Morched, C. (2022). An Integrated Lean Six Sigma Approach to Modeling and Simulation: A Case Study from Clothing SME. *Autex Research Journal*, 22(3), 305–311. <https://doi.org/10.2478/aut-2021-0028>
- Prasetyo, A. R. B., Purnama, J., & Ardhiyani, I. W. (2022). PENERAPAN SIX SIGMA PADA PROSES PRODUKSI KERTAS UNTUK MENGANALISIS KUALITAS. *JISO: Journal Of Industrial And Systems Optimization*, 5(2), 130–135.
- Retnowati, D., Purnomo, Y., & Fudhla, A. F. (2022). SIX SIGMA IMPLEMENTATION IN “MONOSODIUM GLUTAMATE” PRODUCTION SYSTEMS. *JISO: Journal Of Industrial And Systems Optimization*, 5(1), 68–76.
- Simanova, L., & Gejdoš, P. (2021). Implementation of the six sigma methodology in increasing the capability of processes in the company of the furniture industry of the Slovak Republic. *Management Systems in Production Engineering*, 29(1), 54–58. <https://doi.org/10.2478/mspe-2021-0007>
- Simanová, L., Sujová, A., & Gejdoš, P. (2019). Improving the performance and quality of processes by applying and implementing six sigma methodology in furniture manufacturing process. *Drona Industrija*, 70(2), 193–202. <https://doi.org/10.5552/drwind.2019.1768>
- Simanová, & Sujová, A. (2022). THE IMPACT OF CONTINUOUS IMPROVEMENT CONCEPTS ON THE PERFORMANCE OF FURNITURE PRODUCTION PROCESSES. *Central European Business Review*, 11(1), 111–137. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.298>
- Sujová, A., & Simanová, L. (2021). Improvement of production process capability- A case study of two furniture companies. *Engineering Management in Production and Services*, 13(3), 37–49. <https://doi.org/10.2478/emj-2021-0020>