

# Pengendalian Kualitas Kayu Kering pada Mesin Kiln Dryer untuk Mengurangi Produk Cacat dengan Metode *Seven Tools* dan *Failure Mode Effect Analysis*

Moh. Abdurrahman<sup>1\*</sup>, Akhmad Wasiur Rizqi<sup>2</sup>, Moh. Jufriyanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik Indonesia

\*Koresponden email: rahmanmuhammad1341@gmail.com

Diterima: 19 September 2023

Disetujui: 25 September 2023

## Abstract

The concept of quality is often linked to a product's capacity to meet the needs of customers. This study conducted an examination of the quality control measures used in the wood drying process via the utilization of the seven-tools approach. The technique encompasses the use of check sheets, stratification, control charts, histograms, Pareto diagrams, scatter plots, and fishbone diagrams. The findings derived from the data collection revealed the existence of three distinct categories of product defects seen throughout the wood drying process, namely 1529 instances of warps, 1337 occurrences of fractures, and 955 instances of checks. The use of the seven tools technique reveals that warp faults exhibit the highest degree of prevalence among product defects, accounting for 40% of the total. The primary contributing element is attributed to the technique factor, which exhibits a relative prominence as shown by its RPN value of 168. The recommended course of action entails appropriately modifying the drying curve in accordance with the specific characteristics of the wood undergoing the drying process. The curve should include considerations for the starting moisture content of the wood, the thickness and species of wood used, and establish a Standard Operating Procedure (SOP). In order to effectively dry different types of wood, it is essential to engage in outreach or training programs for operators and undertake thorough equipment inspections prior to use.

**Keywords:** *FMEA, wood drying, defective products, seven tools*

## Abstrak

Konsep kualitas sering dikaitkan dengan kemampuan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Penelitian ini melakukan pemeriksaan terhadap langkah-langkah pengendalian kualitas yang digunakan dalam proses pengeringan kayu. Analisis yang dilakukan menggunakan pendekatan tujuh alat yang meliputi check sheet, stratifikasi, diagram kendali, histogram, diagram Pareto, plot sebar, dan diagram tulang ikan. Temuan dari pengumpulan data menunjukkan adanya tiga kategori cacat produk berbeda yang terlihat selama proses pengeringan kayu. Kategori-kategori ini mencakup 1.529 kejadian lengkungan, 1.337 kejadian patah tulang, dan 955 kejadian cek. Berdasarkan penggunaan teknik tujuh alat, ditentukan bahwa kategori cacat produk yang paling dominan adalah kesalahan *warp*, yang mencakup 40% dari total cacat produk. Komponen penyumbang utama disebabkan oleh faktor teknik yang memiliki nilai indeks keunggulan relatif (RPN) sebesar 168, Solusi yang perlu dilakukan yaitu menyesuaikan kurva pengeringan dengan benar sesuai dengan jenis kayu yang dikeringkan, kurva ini harus mempertimbangkan kelembaban awal kayu, ketebalan, dan jenis kayu yang digunakan, dilakukan pembuatan SOP pengeringan kayu untuk tiap jenis kayu, melakukan sosialisasi ataupun pelatihan kepada operator, melakukan pengecekan mesin sebelum digunakan.

**Kata Kunci:** *FMEA, pengeringan kayu, produk cacat, seven tools*

## 1. Pendahuluan

Dalam persaingan global yang semakin canggih dan berkembang, penggunaan langkah-langkah pengendalian kualitas dapat memberikan kontribusi yang berarti terhadap peningkatan proses produksi khususnya pada sektor manufaktur [1]. Dalam konteks persaingan yang ketat dalam industri manufaktur, tingkat kualitas yang ditunjukkan oleh suatu perusahaan berfungsi sebagai indikator penting mengenai kapasitasnya untuk mempertahankan operasinya, mendorong kemajuan, dan mungkin memperluas kehadirannya di pasar [1]. Tindakan memproduksi barang-barang di bawah standar pada akhirnya dapat menyebabkan matinya suatu perusahaan. sehingga tidak diragukan lagi, peningkatan kualitas suatu produk

berkorelasi secara langsung dengan peningkatan kepuasan pelanggan, sehingga menyebabkan peningkatan penjualan dan pada akhirnya meningkatkan profitabilitas perusahaan [2].

Saling mengontrol memiliki peran penting dalam menjamin dan meningkatkan pengembangan komoditas bersama. Tujuan dari praktik ini adalah untuk memastikan bahwa barang yang diproduksi mematuhi spesifikasi dan persyaratan produk yang telah ditentukan sebelumnya, dan dibuat selaras dengan peraturan dan prosedur dasar organisasi [3]. Pengendalian mutu adalah upaya komprehensif yang mencakup observasi, evaluasi, dan pengawasan yang cermat terhadap proses tertentu dengan tujuan akhir mencapai hasil yang diinginkan [4]. Pentingnya pengendalian kualitas terletak pada perannya sebagai faktor penentu bagi organisasi untuk memperoleh keunggulan kompetitif di arena komersial. Guna meningkatkan profitabilitas, penting bagi perusahaan untuk melaksanakan langkah-langkah pengendalian kualitas secara efektif. Hal ini karena penyediaan barang berkualitas tinggi dan minimalisasi kerusakan merupakan faktor kunci dalam memuaskan konsumen dan mendorong keberlangsungan pembelian mereka terhadap produk atau layanan perusahaan [5]. Pengendalian kualitas mempunyai arti penting bagi perusahaan jasa maupun manufaktur. Tujuan dari usaha ini adalah untuk memproduksi barang sesuai dengan pedoman yang ditetapkan organisasi [6].

PT Cahaya Niaga Citra Persada adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kayu kering. Salah satu tantangan yang dihadapi oleh perusahaan adalah mengendalikan kualitas kayu kering di yang dilakukan pada mesin *kiln dryer*. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada pihak perusahaan diketahui bahwa proses pengeringan kayu di kiln dryer merupakan tahap kritis dalam produksi kayu kering. Jika tidak dikendalikan dengan baik, proses ini dapat menyebabkan cacat pada produk akhir. Terdapat tiga jenis cacat yang sering ditemui pada proses pengeringan kayu tersebut diantaranya yaitu cacat lengkung (*warp*), retak, dan *check*. Cacat lengkung terjadi ketika kayu mengalami perubahan bentuk yang tidak merata, Cacat retak dapat muncul pada permukaan kayu atau bagian dalamnya, dan cacat *check* merupakan retakan yang biasanya muncul di sepanjang serat kayu. Namun, secara teknis, *check* lebih merujuk pada retakan permukaan yang sejajar dengan serat kayu. Berdasarkan data histori perusahaan pada periode Juni 2022 sampai dengan Mei 2023 terkait produk cacat pada proses pengeringan diketahui bahwa kayu dengan dimensi 3cm × 10cm × 200 cm yang kerap kali terjadinya produk cacat. Berikut merupakan frekuensi terjadinya produk cacat yang terjadi pada proses pengeringan kayu terhadap kayu dengan dimensi tersebut.

**Tabel 1.** Jumlah Defect Produk Kayu Dimensi 3cm × 10cm × 200 cm

Tahun	Bulan	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Produk Cacat (Pcs)	Persentase (%)
2022	Juni	6665	333	5.00%
	Juli	4029	201	4.99%
	Agustus	5331	267	5.01%
	September	5562	278	5.00%
	Oktober	9331	467	5.00%
	November	6524	326	5.00%
	Desember	5862	293	5.00%
2023	Januari	5217	261	5.00%
	Februari	5894	295	5.01%
	Maret	9228	461	5.00%
	April	5876	294	5.00%
	Mei	6918	346	5.00%
	Total	76437	3822	-

Sumber : PT Cahaya Niaga Citra Persada, 2023

Pada **Tabel 1** diketahui bahwa selama periode Juni 2022 hingga Mei 2023 jumlah produksi pengeringan kayu dengan dimensi 3cm × 10cm × 200 cm sebanyak 76.437 pcs dengan total terjadinya cacat sebanyak 3822 pcs produk. Guna memitigasi kecacatan yang terjadi pada produk kayu kering, penerapan metodologi *seven tools* menjadi suatu keharusan. Pendekatan ini dicirikan sebagai instrumen statistik yang lugas, memiliki tujuan untuk memecahkan masalah [2].

Penggunaan *seven tools* merupakan praktik umum dalam penerapan prosedur pengendalian mutu [7]. *Seven tools* mengacu pada kompilasi beberapa instrumen yang sering digunakan oleh para profesional bisnis atau organisasi untuk tujuan mengelola dan memastikan kualitas produk [8]. Teknik *seven tools* mencakup serangkaian tujuh instrumen kendali mutu yang berguna dalam mengidentifikasi terjadinya penyimpangan yang menyebabkan ketidaksesuaian kualitas produk. Penggunaan Lembar Periksa sangat penting untuk tujuan mencatat data terkait secara teratur mengenai volume produksi dan jumlah barang cacat [9], *Stratifikasi* adalah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan data ke dalam kelompok-

kelompok berbeda yang memiliki karakteristik serupa, sehingga memungkinkan analisis yang lebih terfokus sehingga memudahkan identifikasi kekurangan yang lebih jelas [10]. Histogram digunakan untuk memvisualisasikan data yang menggambarkan distribusi frekuensi [11]. *Scater* diagram bertujuan untuk menggambarkan secara visual korelasi antara jumlah barang cacat dan jumlah unit yang diproduksi [5], Diagram Pareto digunakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi bentuk-bentuk masalah utama yang sering muncul pada barang. Sebaliknya, diagram tulang ikan digunakan untuk membedakan dan mengategorikan beragam penyebab kecacatannya [8].

Setelah dilakukannya analisis penyebab kecacatan dengan *seven tools*, kemudian dilakukannya usulan perbaikan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA adalah metodologi yang digunakan dalam proses pengembangan produk. Hal ini melibatkan tanggung jawab manajer untuk menilai kemungkinan modus kegagalan dalam suatu sistem, berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya kegagalan tersebut [12]. Metodologi FMEA digunakan untuk secara teratur mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap masalah kualitas [13]. Keberhasilan implementasi FMEA bergantung pada penggunaan dua pendekatan berbeda, yaitu pendekatan berbasis alat dan metodologi praktis. Metode peralatan ditandai dengan kinerja peralatan yang sedang dievaluasi tidak bagus, sedangkan pendekatan kapasitas digunakan ketika kerangka peralatan menunjukkan kurangnya diferensiasi [14].

Teknik tujuh alat (*seven tools*) digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kelemahan dan akar permasalahan dalam produksi amplang [15]. Kajian yang dilakukan [16] dalam proses pemotongan, tujuh instrumen digunakan untuk menilai dan mengontrol kualitas keluaran, sehingga meminimalkan terjadinya cacat. Penelitian yang dilakukan [17] Pendekatan tujuh alat digunakan untuk memperbaiki kekurangan dalam produksi botol plastik 60 ml. Penggunaan teknik tujuh alat diharapkan dapat membantu para profesional di sektor bisnis dalam menetapkan kriteria kualitas standar yang sekarang kurang dalam organisasi [18]. Sementara itu, penyelidikan dilakukan oleh [19]–[21] menjelaskan bahwa penggunaan FMEA memungkinkan identifikasi prioritas untuk melaksanakan tindakan perbaikan. Penggunaan metode *seven tools* untuk pengendalian kualitas diterapkan guna meminimalkan terjadinya produk cacat dan memastikan produk akhir memenuhi standar kualitas perusahaan. Selain itu, bertujuan untuk mencegah produk cacat sampai ke konsumen [22].

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menyelidiki proses pengeringan kayu menggunakan peralatan kiln drier. Pendekatan pengumpulan data mencakup pengumpulan data historis mengenai kesalahan produk yang terjadi selama proses pengeringan kayu. Data ini kemudian digunakan untuk menyelidiki konsep saling mengontrol dalam proses pengeringan. Metode pengendalian mutu yang dimaksud sering disebut sebagai “tujuh alat”, yang mencakup serangkaian teknik termasuk lembar periksa, stratifikasi, histogram, diagram sebar, diagram kendali, diagram Pareto, dan diagram tulang ikan [23]. Proses pengembangan lembar pemeriksaan digunakan sebagai sarana untuk memahami dan mendokumentasikan berbagai aspek data [24], Stratifikasi digunakan untuk mengategorikan data kualitatif yang berkaitan dengan kelemahan dalam proses pengeringan kayu, sehingga memungkinkan pencatatan dan analisis sistematis. Teknik ini melibatkan pembagian data menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih homogen. Hal ini memudahkan pengamatan terhadap jumlah cacat yang ada dalam proses pengeringan kayu [25]. Histogram kemudian dihasilkan dengan mengategorikan data bertingkat, memfasilitasi identifikasi kategori masalah yang umum terjadi [26].

Peta kendali digunakan untuk menentukan apakah cacat pada suatu produk memenuhi kriteria yang ditentukan, dengan menilai apakah cacat tersebut berada dalam batas cacat yang dapat diterima atau menunjukkan tanda-tanda di luar kendali [24]. Diagram Pareto kemudian dibuat dengan tujuan untuk mengidentifikasi jenis kelemahan yang ada untuk memprioritaskan upaya pemecahan masalah [27], Tujuan dari skenario khusus ini adalah untuk mengurangi jumlah objek yang rusak hingga melebihi 20% [28]. Selanjutnya, analisis plot sebar dilakukan untuk memastikan potensi dampak patahan tersebut terhadap kuantitas kayu kering yang dihasilkan [23]. Setelah menetapkan prioritas, faktor utama yang berkontribusi terhadap munculnya kesenjangan proses ditunjukkan pada diagram Pareto. Prosedur selanjutnya melibatkan pelaksanaan analisis ketidaksesuaian melalui penggunaan diagram sebab dan akibat, dengan tujuan mengidentifikasi faktor-faktor mendasar yang berkontribusi terhadap penyimpangan yang diamati.

Analisis FMEA dilakukan berdasarkan diagram sebab akibat. Analisis FMEA dilakukan dengan menggunakan kriteria seperti kemungkinan terjadinya, deteksi, dan tingkat kerusakan untuk mengetahui nomor prioritas risiko (RPN). Nilai-nilai ini kemudian digunakan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan tindakan

yang diperlukan untuk memitigasi risiko yang teridentifikasi. Kriteria berikut mencakup faktor Keparahan, Kejadian, dan Deteksi [13].

**Tabel 2.** Pedoman Nilai Rating Saverity

Angka	Rating	Keterangan
1 – 3	Rendah	Mengakibatkan gangguan pada saat prosedur selanjutnya
4 – 6	Moderat	Mengakibatkan pemeliharaan yang tidak terduga atau kerusakan pada peralatan.
7 – 8	Tinggi	Pengaruh kegagalan proses sebelumnya pada proses selanjutnya.
9 – 10	Sangat Tinggi	Dampaknya terhadap keselamatan

Sumber: [13]

**Tabel 3.** Pedoman Nilai Rating Occurance

Angka	Rating	Keterangan
1	Peluang kecil	Probabilitas 1 banding 10.000
2 – 5	Kemungkinan kecil	Probabilitas 1 banding 1000
6 – 7	Kemungkinan sedang	Probabilitas 1 banding 20 sampai 1 banding 200
8 – 9	Kemungkinan besar	Probabilitas 1 banding 100 sampai 1 banding 20
10	Kemungkinan sangat besar	Probabilitas 1 banding 10

Sumber: [13]

**Tabel 4.** Pedoman Nilai Rating Detection

Angka	Rating	Keterangan
1	Sangat tinggi	Keandalan pendekatan deteksi adalah sekitar 100%.
2 – 5	Tinggi	Keandalan pendekatan deteksi adalah sekitar 99.8%
6 – 8	Sedang	Keandalan pendekatan deteksi adalah sekitar 98%
9	Rendah	Keandalan pendekatan deteksi adalah sekitar 90%
10	Sangat rendah	Keandalan pendekatan deteksi kurang dari 90%

Sumber: [13]

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka harus terlebih dahulu mendefinisikan tentang *Severity*, *Occurance*, *Detection* yang hasil akhirnya berupa RPN (*Risk Priority Number*). Perhitungan RPN diketahui dari perkalian antara severity *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini mengkaji implementasi pengendalian kualitas melalui penggunaan pendekatan tujuh alat. Tujuh alat yang dibahas dalam penelitian ini adalah *checksheet*, stratifikasi, diagram kendali, histogram, diagram pareto, diagram sebar, dan diagram tulang ikan. Selain itu, untuk menentukan urutan kepentingan tindakan perbaikan, dilakukan analisis *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

#### *Checksheets*

Data yang diperoleh bersifat kuantitatif dan bertujuan untuk mendokumentasikan dan menganalisis tindakan yang dilakukan dalam proses pengeringan kayu. Lembar periksa digunakan untuk memastikan atribut spesifik dari data. Data yang diperoleh dari lembaran tersebut menunjukkan karakteristik kualitatif, sehingga memungkinkan kuantifikasi melalui studi dan dokumentasi kelemahan yang terlihat selama proses pengeringan kayu. Data berikut ini mewakili hasil yang diperoleh dari penggunaan lembar periksa.

**Tabel 5.** Data Jumlah Cacat Pada Proses Pengeringan Kayu

Tahun	Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Jenis Produk Cacat			Jumlah Produk Cacat
			Lengkung	Retak	Check	
2022	Juni	6665	133	117	83	333
	Juli	4029	81	71	50	201
	Agustus	5331	107	93	67	267
	September	5562	111	97	70	278
	Oktober	9331	187	163	117	467
	November	6524	130	114	82	326
	Desember	5862	117	103	73	293
2023	Januari	5217	104	91	65	261
	Februari	5894	118	103	74	295
	Maret	9228	185	161	115	461
	April	5876	118	103	73	294

Tahun	Bulan	Jumlah Produksi (pcs)	Jenis Produk Cacat			Jumlah Produk Cacat
			Lengkung	Retak	Check	
	Mei	6918	138	121	86	346
	Total	76437	1529	1337	955	3822

Sumber : PT Cahaya Niaga Citra Persada, 2023

**Tabel 5** merupakan data hasil pengumpulan data riwayat kecacatan produk yang diperoleh dari pihak perusahaan. *Defect* yang terjadi pada proses pengeringan kayu selama periode Juni 2022 hingga Mei 2023 diantaranya yaitu lengkung (*warp*) 1.529pcs, retak 1.337 pcs, dan *crack* sebanyak 955 pcs dengan total produksi pada periode tersebut sebanyak 76.437pcs dan total produk cacat secara keseluruhan sebanyak 3.821pcs.

**Stratifikasi**

Data yang dikumpulkan mengenai kriteria cacat dan jumlah kesalahan produk yang terkait dapat dikategorikan secara efektif ke dalam kategori berbeda dalam cakupan yang lebih sempit, sehingga meningkatkan kejelasan data. Data stratifikasi disusun ke dalam kelompok-kelompok menurut kriteria yang berkaitan dengan cacat produk, dan kemudian disusun dalam urutan menurun tergantung pada frekuensi kesalahan. Presentasi berikut menggambarkan cacat produk yang terlihat selama proses pengeringan kayu kering.

**Tabel 6.** Stratifikasi Jumlah Kerusakan Pengeringan Kayu

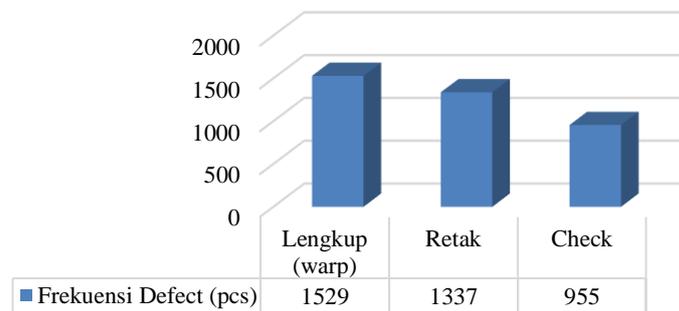
Jenis <i>defect</i>	Frekuensi Defect (pcs)
Lengkup ( <i>warp</i> )	1.529
Retak	1.337
Check	955

Sumber : PT. Cahaya Niaga Citra Persada, 2023

**Tabel 6** menyajikan catatan kesalahan yang terlihat pada proses pengeringan kayu dari Juni 2022 hingga Mei 2023. Cacat tersebut meliputi 1.529 kejadian bengkok, 1.337 kejadian retak, dan 955 kejadian pecah. Penerapan pengendalian kualitas melalui stratifikasi dapat secara efektif meningkatkan proses pengumpulan data, khususnya dalam mengidentifikasi frekuensi terjadinya permasalahan. Kemudahan yang diberikan oleh teknologi ini akan secara signifikan meningkatkan efisiensi proses pengumpulan data, memfasilitasi kompilasi data secara otomatis, dan memungkinkan penggunaan informasi yang dikumpulkan dengan lancar.

**Histogram**

Histogram adalah representasi grafis dalam bentuk diagram batang, sering digunakan untuk memfasilitasi penggambaran visual kategori cacat yang umum. Sumbu x mewakili kriteria kesalahan yang diamati selama proses pengeringan, sedangkan sumbu y mewakili frekuensi barang cacat. Histogram yang ditunjukkan pada **Gambar 1** menampilkan distribusi cacat.



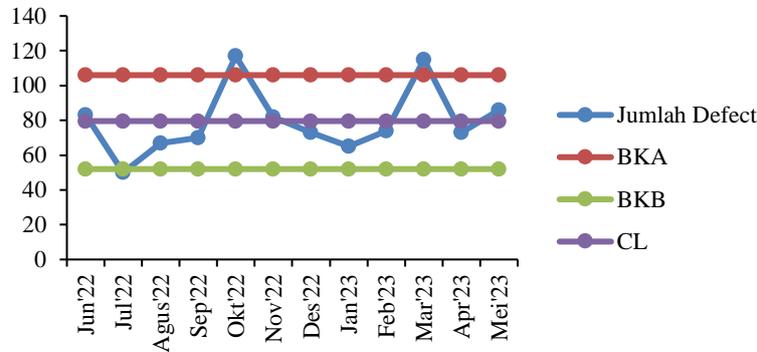
**Gambar 1.** Histogram Kecacatan Kayu Kering

Sumber : PT. Cahaya Niaga Citra Persada, 2023

Histogram berfungsi untuk menyediakan data tentang varians dalam suatu proses, membantu manajemen dalam membuat pilihan yang tepat untuk meningkatkan proses. Berdasarkan data pada **Gambar 1** terlihat bahwa bentuk cacat yang paling umum pada proses pengeringan kayu adalah cacat *warping* yang berjumlah 1.529 kejadian.

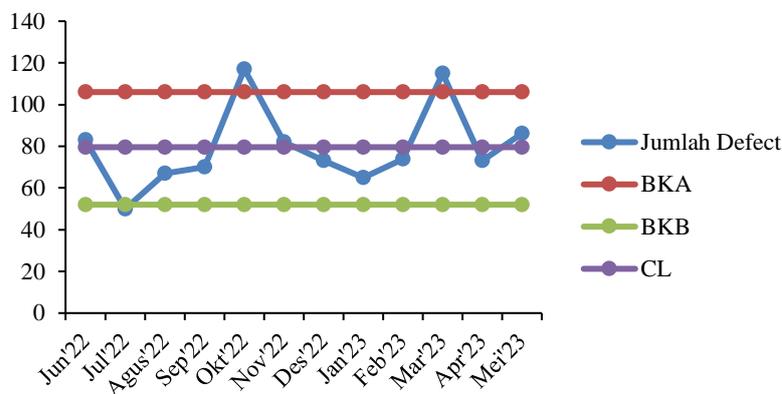
**Control Chart**

Evaluasi kestabilan proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan alat diagram kendali C-Chart. Penggunaan bagan kendali C, juga dikenal sebagai Bagan C, didasarkan pada pengumpulan data yang berkaitan dengan kuantitas kesalahan yang teridentifikasi di dalam suatu unit selama pemeriksaan produk, dengan jumlah sampel yang bervariasi setiap hari. Data cacat yang digunakan untuk menetapkan batas kendali atas dan bawah untuk proses pengeringan yang ditunjukkan pada **Tabel 5**. Berikut merupakan hasil *control chart* untuk masing-masing jenis cacat.



**Gambar 2.** Grafik Control Chart Cacat Lengkung  
 Sumber : Olah Data Primer, 2023

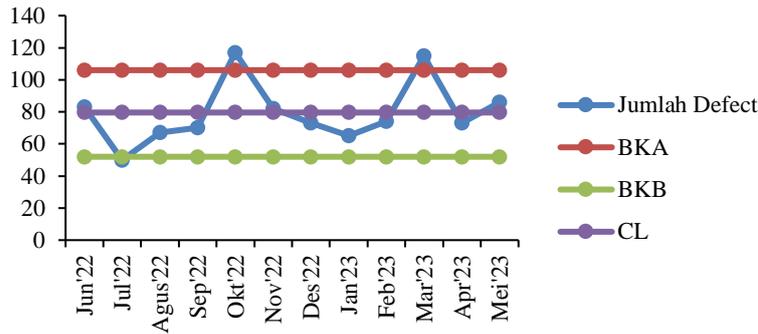
**Gambar 2** menampilkan hasil pengukuran yang dilakukan dari bulan Juni 2022 hingga Mei 2023 yang menunjukkan bahwa proses pengeringan kayu terdapat defect jenis lengkung yang tidak terkontrol pada bulan Juli 2022, Oktober 2022 dan Maret 2023. Berdasarkan hasil tersebut perlunya dilakukan evaluasi agar dapat mengurangi kecacatan dalam proses pengeringan kayu khususnya pada cacat lengkung (*warp*).



**Gambar 3.** Grafik Control Chart Cacat Retak  
 Sumber : Olah Data Primer, 2023

**Gambar 3** menampilkan hasil pengukuran yang dilakukan dari bulan Juni 2022 hingga Mei 2023 yang menunjukkan bahwa proses pengeringan kayu terdapat *defect* jenis retak yang tidak terkontrol pada bulan Juli 2022, Oktober 2023, dan Maret 2023. Berdasarkan hasil tersebut perlunya dilakukan evaluasi agar dapat mengurangi kecacatan dalam proses pengeringan kayu khususnya pada cacat retak.

**Gambar 4** menampilkan hasil pengukuran yang dilakukan dari bulan Juni 2022 hingga Mei 2023 yang menunjukkan bahwa proses pengeringan kayu terdapat *defect* jenis check yang tidak terkontrol pada bulan Oktober 2022, dan Maret 2023. Berdasarkan hasil tersebut perlunya dilakukan evaluasi agar dapat mengurangi kecacatan dalam proses pengeringan kayu khususnya.



**Gambar 4.** Grafik Control Chart Cacat Check  
Sumber : Olah Data Premier, 2023

**Pareto Diagram**

Tujuan pembuatan diagram Pareto adalah untuk memastikan kategori kelemahan yang ada, sehingga memungkinkan penentuan prioritas permasalahan tersebut. Diagram Pareto digunakan dengan tujuan untuk menilai besarnya berbagai macam cacat yang sering terjadi, sehingga memungkinkan penentuan prioritas penyelesaian masalah. Proses penggunaan diagram Pareto melibatkan pengumpulan data komprehensif terkait kuantitas ketidaksesuaian dan jumlah ketidaksesuaian secara keseluruhan. **Tabel 5** menggambarkan fenomena ini. Setelah data cacat pada proses pengeringan kayu diperoleh, maka data tersebut disusun berdasarkan frekuensi kejadian cacat. Hal ini memungkinkan penghitungan perbedaan data tertinggi dalam persentase.

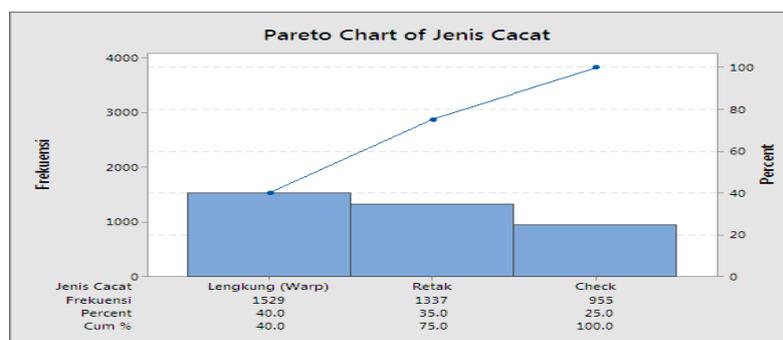
Dalam skenario khusus ini, frekuensi kegagalan produk diperoleh dengan mengumpulkan data mengenai riwayat kerusakan yang terjadi di lapangan. Setelah proses selesai, data yang diperoleh akan disusun menjadi beberapa bagian. Awalnya akan dikategorikan berdasarkan jenis kerusakannya. Selanjutnya akan dibagi lagi menjadi tiga tahap berbeda: frekuensi cacat, frekuensi kumulatif, dan persentase total dan persentase kumulatif. Temuan yang diperoleh dikumpulkan atau dimasukkan ke dalam kumpulan data untuk keperluan pembuatan diagram Pareto. Selanjutnya, data yang dikumpulkan diubah menjadi diagram Pareto. Temuan penelitian ini mengungkapkan banyak kesenjangan yang signifikan secara statistik, sehingga dapat menjelaskan domain atau peran tertentu yang sering kali menyebabkan frekuensi kesalahan terjadi.

**Tabel 7.** Frekuensi Cacat Produksi Kayu Kering

Jenis Kerusakan	Frekuensi Cacat	Frekuensi Kumulatif	Persentase cacat	Persentase Kumulatif
Lengkung (Warp)	1529	1529	40%	40%
Retak	1337	2866	35%	75%
Check	955	3821	25%	100%

Sumber : PT. Cahaya Niaga Citra Persada, 2023

Berdasarkan **Tabel 7** selanjutnya dilakukan pembuatan diagram pareto. **Gambar 5** merupakan diagram pareto.

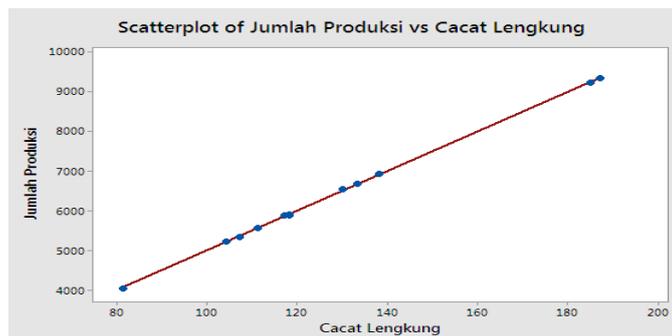


**Gambar 5.** Pareto Diagram

Dengan menggunakan diagram Pareto, dapat dipastikan bentuk-bentuk pengaduan yang ada atau tersebar luas. Prinsip Pareto, terkadang disebut sebagai aturan 80:20, digunakan untuk mengidentifikasi jenis kesalahan yang umum. Berdasarkan temuan [29], dapat disimpulkan bahwa 20% komponen menyumbang 80% potensi permasalahan yang mungkin terjadi. Berdasarkan temuan yang ditunjukkan pada Gambar 5, jelas bahwa cacat warp bertanggung jawab atas kerusakan paling signifikan, dengan kontribusi cacat sebesar 40,0%. Oleh karena itu, memprioritaskan mitigasi cacat *warp* sangatlah penting, karena ini mewakili proporsi kerusakan tertinggi dibandingkan jenis cacat lainnya. Selanjutnya disarankan untuk menganalisis akibat dari kesalahan tersebut dengan menggunakan diagram sebab akibat atau disebut juga Diagram Sebab Akibat.

**Scatter Plot**

Penggunaan diagram sebar dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi yang ada antar variabel. Variabel independen yang ditunjukkan pada sumbu X menunjukkan jumlah patahan melengkung yang terlihat sepanjang rentang waktu dari Juni 2022 hingga Mei 2023, sedangkan variabel dependen yang ditunjukkan pada sumbu Y menunjukkan kuantitas produksi.

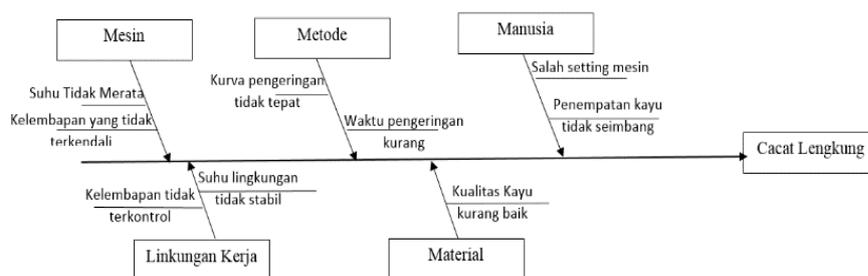


**Gambar 6.** Scatter Plot Cacat Lengkung dan Jumlah Produksi

Pada **Gambar 6** terlihat korelasi positif antara Variabel X dan Variabel Y yang menunjukkan adanya pola hubungan. Data menunjukkan bahwa nilai Variabel X yang lebih besar berarti nilai Variabel Y yang lebih besar. Cacat kurva mempunyai dampak yang signifikan terhadap jumlah yang diproduksi.

**Fishbone Diagram**

Setelah faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap ketidaksesuaian dalam proses telah diidentifikasi, faktor-faktor tersebut direpresentasikan secara visual melalui penggunaan diagram Pareto. Prosedur selanjutnya adalah melakukan analisis dalam bentuk diagram sebab akibat dengan tujuan untuk mengidentifikasi alasan-alasan yang muncul akibat disparitas yang terlihat pada kasus tersebut.



**Gambar 7.** Diagram *Fishbone*

Berdasarkan informasi yang ditunjukkan pada **Gambar 7** mengenai diagram tulang ikan, dapat disimpulkan bahwa terdapat lima penyebab berbeda yang berkontribusi terhadap terjadinya deformitas lengkung. Unsur-unsur tersebut meliputi mesin, teknik, personel, lingkungan kerja, material, dan personel.

**FMEA**

Menurut ref. [30] Mode Kegagalan dan Analisis Efek (FMEA) mencakup tiga variabel proses utama, yaitu Keperahan, Kejadian, dan Deteksi. Langkah terakhir dalam prosedur ini adalah menentukan nilai peringkat tingkat keparahan untuk Mode Potensi Kegagalan pada **Tabel 8**.

**Tabel 8** Perhitungan Nilai RPN

Faktor	Mode Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Efek Kegagalan	Control	D	RPN	Rank
Man	Salah Setting Mesin	4	Kurangnya pengetahuan operator terhadap pekerjaannya	5	Proses produksi tidak maksimal dan memungkinkan terjadinya defect	Mengadakan pelatihan yang memadai kepada operator kiln dryer mengenai pengaturan yang tepat, pengawasan suhu, kelembaban, serta pemantauan secara berkala selama proses pengeringan	5	100	6
	Penempatan kayu tidak seimbang	5	Penataan kayu tidak sesuai prosedur	6	Pengeringan kayu tidak merata	Memastikan penempatan kayu di dalam kiln dryer seimbang agar aliran udara dapat terdistribusi secara merata di sekitar kayu, umumnya jarak stik di setiap tumpukan kayu 30-40 cm. Usahakan tumpukan palet seimbang	5	125	4
Metode	Kurva pengeringan tidak tepat	7	pengaturan mesin pengering yang salah	4	menghasilkan kayu kering dengan kelembaban tidak sesuai, berpotensi retak dan deformasi jika terlalu cepat, dan meningkatkan biaya produksi jika terlalu lambat	Menyesuaikan kurva pengeringan dengan benar sesuai dengan jenis kayu yang dikeringkan. Kurva ini harus mempertimbangkan kelembaban awal kayu, ketebalan, dan jenis kayu yang digunakan	6	168	1
	Waktu pengeringan kurang	7	waktu pengeringan kurang: pengaturan mesin pengering terlalu singkat atau pengaturan suhu dan kelembaban yang tidak tepat.	7	seandainya, meningkatkan ketidakstabilan dan rentan terhadap perubahan kelembaban, serta risiko pelapukan dan pertumbuhan jamur saat digunakan	Memastikan kayu dikeringkan dalam kiln dryer selama waktu yang cukup dan sesuai untuk memastikan kelembaban dalam kayu terkendali sepenuhnya.	3	147	2
Materi al	Kualitas kayu kurang baik	7	Tidak melakukan sortasi kayu untuk kualitas yang baik dengan yang kurang baik	4	<i>Moisture</i> kayu tidak merata ketika setelah mengalami proses pengeringan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan sortasi kayu sebelum memasukkan kayu ke kiln dryer untuk memisahkan kayu dengan cacat struktural atau kelembaban yang tidak merata</li> <li>Memilih kayu dengan kualitas baik yang bebas dari cacat struktural yang signifikan atau perbedaan tingkat kelembaban yang besar</li> </ul>	5	140	3

Faktor	Mode Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Efek Kegagalan	Control	D	RPN	Rank
Mesin	Suhu tidak merata	5	distribusi panas tidak seimbang atau kerusakan pada elemen pemanas mesin pengering kayu	3	pengeringan tidak merata pada kayu, menyebabkan bagian tertentu mengering terlalu cepat dan yang lainnya tetap basah, menghasilkan warp, retak, atau deformasi.	Memeriksa dan kalibrasi suhu di dalam kiln dryer untuk memastikan bahwa suhu terdistribusi secara merata di seluruh ruang. Pemeliharaan rutin pada elemen pemanas juga penting	4		
	Kelembapan tidak terkendali	6	sensor rusak atau pengaturan yang salah pada sistem pengendalian kelembapan mesin pengering.	4	fluktuasi tingkat kelembapan dalam mesin, menghasilkan kayu dengan kelembapan tidak stabil, yang dapat menyebabkan deformasi dan kerusakan pada produk kayu	Memeriksa dan perbaiki sistem pengendalian kelembapan di kiln dryer untuk memastikan kelembapan udara dapat diatur dengan baik dan konsisten, dan usahakan ketika proses naik-turun suhu dilakukan secara bertahap dan berkala	4	60	9
Lingkungan Kerja	Area lembab	6	cuaca basah, ventilasi tidak seimbang, atau sirkulasi udara buruk di area kerja.	5	kayu menyerap kelembapan, meningkatkan risiko pembusukan, pertumbuhan jamur, serta perubahan dimensi dan bentuk kayu.	Mengupayakan pengaturan lingkungan kerja yang memiliki kelembapan yang terkontrol dan stabil, terutama di sekitar area kiln dryer	4	96	7
	Suhu tidak stabil	5	fluktuasi suhu eksternal atau ketidakseimbangan sistem pengendalian suhu di area kerja.	5	perubahan kecepatan pengeringan kayu yang tidak terkendali, berpotensi menyebabkan deformasi, retak, atau warp akibat perubahan suhu yang tiba-tiba	mempertimbangkan isolasi yang memadai di sekitar kiln dryer untuk mengurangi fluktuasi suhu eksternal yang dapat mempengaruhi suhu di dalam kiln dryer. Monitor dan kontrol suhu lingkungan secara teratur untuk menjaga kondisi yang stabil	3	120	5

Proses penghitungan Angka Prioritas Risiko (RPN) melibatkan pembicaraan dengan perusahaan. Temuan penelitian ini menggambarkan tantangan yang dihadapi selama prosedur pengeringan kayu. RPN yang diperoleh dari wacana *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) yang diuraikan di atas menunjukkan bahwa kegagalan tersebut berdampak buruk pada kesalahan yang terjadi pada proses pengeringan kayu.

Setelah dilakukan penelusuran dan evaluasi terhadap nilai Angka Prioritas Risiko (RPN), tindakan selanjutnya adalah menyusun rencana perbaikan secara komprehensif yang bertujuan untuk memitigasi berbagai macam kelemahan. Kesalahan dengan Nomor Prioritas Risiko (RPN) terbesar akan diprioritaskan, dan banyak rekomendasi perbaikan diberikan untuk memitigasi terjadinya kegagalan. Usulan perbaikan untuk kerusakan ditunjukkan pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Usulan perbaikan

Dampak kegagalan	Nilai RPN	Solusi Perbaikan
pengaturan mesin pengering yang salah	168	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyesuaikan kurva pengeringan dengan benar sesuai dengan jenis kayu yang dikeringkan.</li> <li>• Kurva ini harus mempertimbangkan kelembaban awal kayu, ketebalan, dan jenis kayu yang digunakan</li> <li>• Dilakukan pembuatan SOP pengeringan kayu untuk tiap jenis kayu</li> <li>• Melakukan sosialisasi ataupun pelatihan kepada operator</li> <li>• Melakukan pengecekan mesin sebelum digunakan</li> </ul>

Berdasarkan data pada **Tabel 9** terlihat bahwa besarnya kegagalan ditentukan oleh nilai RPN yang paling tinggi. Untuk memitigasi terjadinya kegagalan-kegagalan tersebut, yang tentunya mengakibatkan produksi barang cacat, maka perlu dilaksanakan perbaikan yang menasar kategori cacat dengan nilai Angka Prioritas Risiko (RPN) terbesar. Usulan perbaikan yang disebutkan di atas berasal dari wawasan penulis dan sesi curah pendapat kolaboratif dengan organisasi.

#### 4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cacat lengkung merupakan jenis cacat yang paling banyak diamati pada proses pengeringan kayu yang dilakukan oleh PT Cahaya Niaga Citra Persada. Kategori cacat khusus ini mempunyai proporsi tertinggi, mencakup 40% dari seluruh cacat yang diidentifikasi selama proses pengeringan kayu. Selain itu, cacat retak merupakan 35% dari total cacat, sedangkan cacat cek merupakan 25% sisanya. Selain faktor-faktor yang disebutkan, cacat lengkung juga mempunyai pengaruh yang signifikan. Kajian diawali dengan mengidentifikasi kesalahan terbesar, dilanjutkan dengan melakukan analisis sebab-akibat terhadap terjadinya cacat tersebut. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan diagram tulang ikan yang dibangun berdasarkan data yang diperoleh dari observasi dan wawancara. Studi tersebut mengungkapkan bahwa kelemahan disebabkan oleh lima elemen berbeda, termasuk mesin, teknik, lingkungan kerja, material, dan faktor manusia. Memanfaatkan diagram sebab akibat sebagai dasar, Analisis Mode Kegagalan dan Efek (FMEA) dilakukan, mengungkapkan bahwa konsekuensi kegagalan yang paling signifikan disebabkan oleh aspek metodologis yang memengaruhi konfigurasi mesin yang salah.

Untuk mengatasi masalah ini, sangat penting untuk memodifikasi kurva pengeringan secara tepat sesuai dengan spesies kayu tertentu yang mengalami proses pengeringan. Kurva ini harus mempertimbangkan faktor-faktor penting seperti kadar air awal kayu, ketebalan kayu, dan jenis kayu tertentu yang digunakan. Oleh karena itu, disarankan untuk menetapkan prosedur operasi standar (SOP) pengeringan kayu untuk setiap jenis kayu yang berbeda. Selain itu, biasanya juga dilakukan inisiatif penjangkauan atau sesi pelatihan bagi operator yang terlibat dalam proses pengeringan. Terakhir, penting untuk melakukan inspeksi menyeluruh terhadap mesin sebelum digunakan.

#### 5. Referensi

- [1] A. C. Banjarnahor and N. B. Puspitasari, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Statistical Process Control pada Produk Crude Palm Oil (Studi Kasus PTXYZ)," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [2] 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.
- [3] S. Rafsanjani, "Pengendalian Dan Perbaikan Kualitas Proses Printing Kemasan Produk Menggunakan Integrasi FMEA-TRIZ," Institut Teknologi Sepuluh November, 2018.
- [4] D. Ulhaq and Yuniar, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Sweater Rajut Menggunakan Metode Seven," *Disem. FTI*, vol. 1, pp. 1–14, 2021.
- [5] H. Alfadilah, A. F. Hadining, and H. Hamdani, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Piece Pivot pada PT. Trijaya Teknik Karawang Menggunakan Seven tool dan Analisis Kaizen," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2814–2822, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3667.
- [6] S. Aunillah, M. W. Kurniawan, M. Dian, and H. Hidayat, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Batu Kumbang Menggunakan Metode Seven Tools (Studi Kasus : CV. Salsabilah Group)," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 1, pp. 030–038, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i1.4202.

- [7] I. N. Gusniar and D. N. Ramadhan, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Seven Tools dan Kaizen pada Part PLG di PT Naratama Sayagai Indonesia," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 4, pp. 3655–3663, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i4.4647.
- [8] I. Idris and R. Aditya Sari, "Pengendalian Kualitas Tempe Dengan Metode Seven Tools," *J. Teknovasi*, vol. 03, no. 1, pp. 66–80, 2016.
- [9] M. S. A. Fath and R. A. Darajatun, "Tinjauan Perancangan Produksi dan Kualitas Pada Produk Rak Dies di CV Sarana Sejahtera Tehnik," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 2, pp. 159–168, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6105126.
- [10] D. R. . Rasyida and M. M. Ulkhaq, "Aplikasi Metode Seven Tools Dan Analisis 5W + 1H Untuk," *Ind. Eng. Dep. Fac. Eng. Diponegoro Univ.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–9, 2015.
- [11] L. Permono, L. A. Salmia, and R. Septiari, "Penerapan Metode Seven Tools Dan New Seven Tools Untuk Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus Pabrik Gula Kebon Agung Malang)," *J. Valtech*, vol. 5, no. 1, pp. 58–65, 2022.
- [12] N. A. Ansyah and W. Sulistiyowati, "Analysis of Quality Control of Shrimp Crop Products with Seven Tools and FMEA Methods (Case Study : UD. Djaya Bersama)," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1303.
- [13] 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," *J. UMJ*, vol. 16, pp. 1–9, 2019.
- [14] Z. Yusdinata and M. A. Bora, "Analisis Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Menggunakan Metode Fishbone Diagram," *J. Tek. Ibnu Sina*, vol. 3, no. 2, pp. 127–133, 2018, doi: 10.36352/jt-ibsi.v3i2.144.
- [15] Ridmaningrum, M. S. Rusli, and D. Setyaningsih, "Pengendalian Kualitas Amplang Menggunakan Seven Tools Di Ud. Kelompok Melati," *Agrointek*, vol. 14, no. 2, pp. 67–74, 2020.
- [16] A. A. Hendrawan, Yustina, and Pailan, "Integrasi Penerapan Kaizen Dan Seven Tools Di Pt .Gunawan Steel," *J. Tek. Ind.*, vol. 6, pp. 1–6, 2016.
- [17] M. Rofieq and R. Septiari, "Penerapan Seven Tools Dalam Pengendalian Kualitas Botol Plastik Kemasan 60 Ml," *J. Ind. View*, vol. 3, no. 1, pp. 23–34, 2021, doi: 10.26905/jiv.v3i1.5720.
- [18] P. Wisnubroto, M. Yusuf, and Prayitno, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Menggunakan Pendekatan Gugus Kendali Mutu Dengan Seven Tools Pada Ud . Kalor Makmur," *Ind. Eng. J. Univ. Sarjanawiyata Tamansiswa*, vol. 3, no. 1, pp. 34–42, 2019.
- [19] Hernawati, Suryatman, Tina, M. Engkos Kosim, and S. Julaeha, "Pengendalian Kualitas Produksi Roma Sandwich Menggunakan Metode Statistik Quality Control (SQC) Dalam Upaya Menurunkan Reject di bagaian Packing SQC Method is Used on Roma Sandwich Production in Order to Reduce the Rejection on the Packing," *J. Ind. Manuf.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [20] A. Rozi, "Analisis Perbaikan Kualitas Pada Produksi Phythalite Anhydrite Dengan Pendekatan DMAIC ( Studi Kasus PT . Petrowidada Gresik )," *MATRIK*, vol. XVIII, no. 2, pp. 1–13, 2018, doi: 10.350587/matrik.v18i2.583.
- [21] N. W. A. S. Dewi, S. Mulyani, and I. W. Arnata, "Pengendalian Kualitas Atribut Kemasan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Pada Proses Produksi Air Minum Dalam Kemasan," *J. Rekayasa Dan Manaj. Agroindustri*, vol. 4, no. 3, pp. 149 – 160, 2016.
- [22] A. Rahman, A. V. W, M. B. I. D. R, and T. Dhiwangkara, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Roll Plastik dengan Metode Seven Tools Guna Mengurangi Kecacatan di PT . Samudra Gemilang Plastindo Jurusan Teknik Industri , Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya," *Pros. SENASTITAN*, vol. Vol. 01 20, pp. 99–104, 2021.
- [23] I. Nursyamsi and A. Momon, "Analisa Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Seven Tools untuk Meminimalkan Return Konsumen di PT. XYZ," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2701–2708, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3878.
- [24] M. Dio Indranata and D. Andesta, "Pengendalian Kualitas Produk Kerupuk Bawang Menggunakan Metode Seven Tools (Studi Kasus: UMKM Kerupuk Dinda)," *Serambi Eng.*, vol. VII, no. 2, pp. 3120–3128, 2022.
- [25] K. Damayant, M. Fajri, and N. Adriana, "Pengendalian Kualitas Di Mabel PT. Jaya Abadi Dengan Menggunakan Metode Seven Tools," *J. Penelit. Mhs. Tek. Ind. Univ. Indraprasta PGRI*, vol. 3, no. 1, p. 2, 2022.
- [26] 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>

- [27] A. Kuswara and D. Herwanto, “Analisis Peta Kendali Atribut dalam Proses Produksi Produk Rubber Roller pada PT Nesinak Industries,” vol. 9, 2022.
- [28] Suhadak and T. Sukmono, “Improving Product Quality With Production Quality Control,” *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.,* vol. 4, no. 2, pp. 41–50, 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i2.1306.
- [29] T. Tajuddin and A. Junaedi, “Usulan Pengendalian Kualitas Pelayanan Pada Pt. Pegunungan Cartenz Papua Menggunakan Metode Statistical Processing Control,” *Metod. J. Tek. Ind.,* vol. 7, no. 1, pp. 1–17, 2021, doi: 10.33506/mt.v7i1.1646.
- [30] A. Rachman, H. Adiarto, and G. P. Liansari, “Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Failure Tree Analysis di Institusi Keramik,” *J. Online Inst. Teknol. Nas.,* vol. 4, no. 2, pp. 24–35, 2016.