



Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode DMAIC pada Perusahaan Kertas Karton

Rustam Sihombing^{1*}, Moh. Mawan Arifin², Rhaina Annisa³

^{1,3} Departemen Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Meruya Jakarta Barat

² Departemen Teknik Industri, Universitas Borobudur, Jakarta

* Email korespondensi penulis: rustam.sihombing6972@gmail.com

ARTICLE INFO

Received: 24-07-2024
Revision: 17-08-2024
Accepted: 04-10-2024

Keywords:

Defect
Quality Control
Six Sigma
DMAIC
FMEA

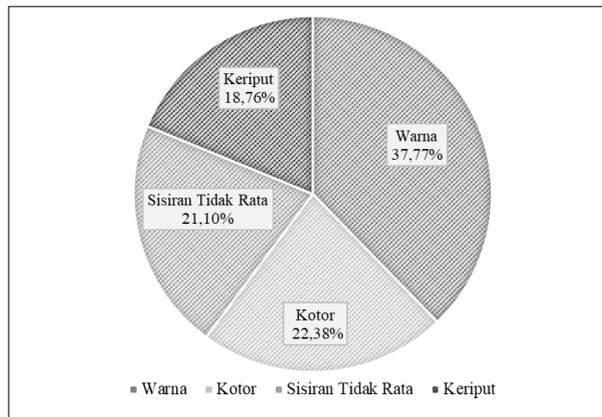
ABSTRACT

The very rapid development of the industrial world will have an impact on competitive competition between one company and another. Increasingly tight competition between companies means that companies must continue to improve the quality of the products they produce in order to produce good quality. This research aims to identify the causes of paper product defects in production units and analyze and improve product quality using the Six Sigma method. Data was collected through field observations and interviews, then analyzed using DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) analysis, a framework that aims to improve quality and efficiency by identifying and eliminating the causes of defects or problems in business processes. The analysis results show that the current sigma level is 2.907 with the largest product defect being color defects with a percentage of 37.77% caused by human, machine, material, method and environmental factors. The repair stage is carried out using FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) to identify potential problems and determine recommendations for improvement. Recommendations for improvement activities in quality control emphasize regular monitoring and repair of machines as a guide for operators to maintain consistency in carrying out work procedures, increasing the frequency of regular machine inspections, especially for machines that frequently result in defective products, routine replacement of spare parts and repairs. environmental conditions to be carried out in accordance with the initial design of the equipment. And it is hoped that the activities carried out in improving quality control, emphasizing regular supervision and repair of machines, are expected to be able to increase productivity and quality of work produced and can increase profits for the company.

1. PENDAHULUAN

Saat ini setiap perusahaan yang bergerak di berbagai bidang terutama pada bidang sejenis dihadapkan pada tingkat persaingan yang semakin ketat seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi. Hal tersebut mengharuskan perusahaan mampu mengola seluruh sumber daya yang dimiliki secara optimal melalui proses *improvement* secara berkesinambungan. Persaingan antar perusahaan yang semakin ketat mendorong setiap perusahaan untuk terus melakukan perbaikan dalam manajemen pengendalian kualitas produk cacat secara tepat, sehingga perusahaan dapat tetap eksis untuk dapat mencapai tujuan yang diinginkannya [1]. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi kertas untuk bahan karton *box* dengan kapasitas produksi mencapai 500.000 ton per tahun. Setiap perusahaan manufaktur mempunyai tujuan memperoleh laba atau keuntungan [2]. Tetapi untuk mencapai tujuan tersebut tidaklah mudah karena hal itu dipengaruhi oleh beberapa faktor dan perusahaan harus mampu untuk menangani faktor-faktor tersebut. Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu mengenai tingkat kecacatan proses. Proses pembuatan kertas ini diawali dengan pembuburan bahan baku kemudian proses pencetakan kertas dan selanjutnya proses penggulungan kertas. Kertas yang diproduksi memiliki cacat yang dibagi dalam empat jenis antara lain cacat warna sebesar 37,77%, cacat kotor sebesar 22,38%, cacat sisiran tidak rata sebesar 21,10% dan cacat

keriput sebesar 18,76%. Berikut persentase data cacat produk kertas pada bulan Juli tahun 2022, yang ditunjukkan pada Gambar 1.

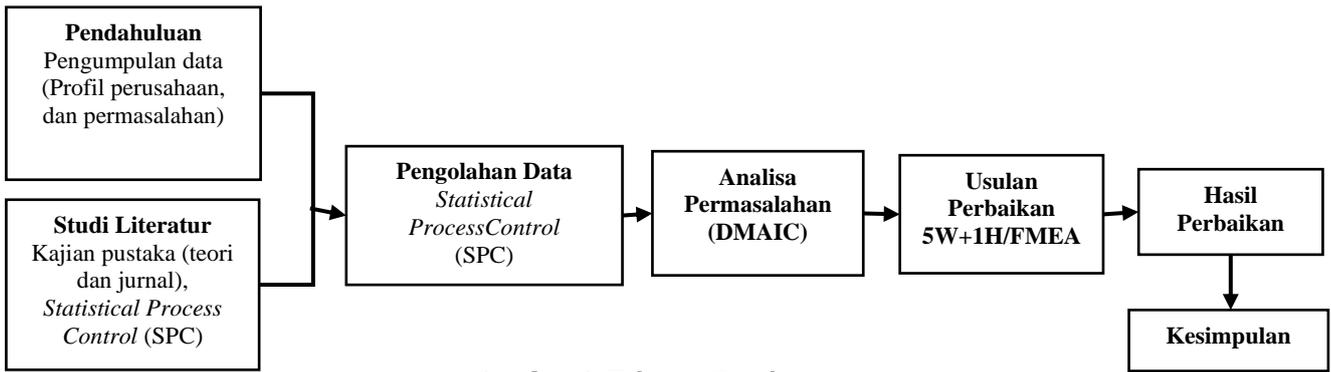


Gambar 1. Cacat Produk Kertas Bulan Juli 2022

Menurut [3] Pengendalian Kualitas adalah teknik operasional yang diharapkan. Menurut *American Society for Quality*, Kualitas adalah keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan yang terlihat atau yang tersamar [4]. Permasalahan produk cacat menjadi perhatian utama perusahaan, dengan demikian pengendalian kualitas perlu dilakukan terus-menerus dalam upaya menekan produk cacat dan upaya perbaikan kualitas produk [5]. Untuk dapat mengurangi cacat tersebut secara terkendali diperlukan suatu metoda perbaikan. Menurut [6], pengertian dari pengendalian dan pengawasan merupakan langkah dalam proses produksi dan operasi yang memberikan jaminan bahwa apa yang dilakukan sudah sesuai dengan perencanaan, jika dalam prosesnya terjadi kesalahan-kesalahan perlu dilakukan perbaikan sampai pada tingkatan yang sudah sesuai harapan. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah melalui *Six Sigma* dimana metode ini merupakan metode peningkatan kualitas dengan tahapan yang terstruktur dimana konsep ini berfokus pada kerja yang terukur, penyelesaian masalah berdasarkan fakta dan terdisiplin, serta penyelesaian proyek yang cepat. *Six Sigma* sebagai salah satu metode baru yang paling populer merupakan salah satu alternatif dalam prinsip-prinsip pengendalian kualitas yang merupakan terobosan dalam bidang manajemen kualitas. [7]. *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran kinerja sistem industri yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan kualitas yang luar biasa dengan terobosan strategi yang aktual. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses. Hal Ini menekankan bahwa pengendalian dan pengawasan tidak hanya berfungsi untuk mengidentifikasi masalah, tetapi juga untuk memastikan bahwa tindakan korektif yang tepat diambil untuk memperbaiki situasi tersebut sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar atau harapan yang telah ditetapkan [8]. Pencapaian kualitas level *Six Sigma* tertinggi dinyatakan dengan *Sigma 6* setara dengan 3,4 cacat per sejuta kesempatan. Semakin tinggi target Sigma yang dicapai maka pencapaian kinerja kualitas pada perusahaan semakin membaik. Pada penelitian [1] dengan hasil penelitian diketahui bahwa jenis cacat yang menyebabkan tingginya tingkat kecacatan Nest pada produk Gearbox sebanyak 2.550 pcs. Nilai rata-rata *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) sebelum perbaikan adalah 24.200 DPMO dengan nilai *Sigma* 3,474 dan setelah perbaikan menggunakan metode *Six Sigma* dengan kerangka DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), maka didapatkan hasil perbaikan adalah 13.300 DPMO, dengan nilai *Sigma* meningkat menjadi 3,717. Sehingga tujuan penelitian ini menganalisis dan meningkatkan kualitas produk kertas menggunakan *Six Sigma*, sehingga hal ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pekerjaan yang dihasilkan dan meningkatkan keuntungan bagi perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di salah satu perusahaan yang memproduksi kertas untuk bahan karton box yang berlokasi di Subang. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis menggunakan metode *Six Sigma*. Penelitian ini menggunakan tahapan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Six Sigma merupakan metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan, mengurangi waktu siklus, biaya operasi, dan meningkatkan produktivitas. Tahapan penelitian dengan pengumpulan data melalui observasi lapangan dan wawancara, kemudian dilakukan pengolahan menggunakan *Statistical Process Control (SPC)*. Selanjutnya analisis dengan DMAIC yang merupakan singkatan dari *Define* (merumuskan), *Measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisis), *Improve* (meningkatkan/memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya. Selanjutnya perbaikan dilakukan dengan 5W+1H dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, sebagai pencegahan cacat agar tidak berulang kembali, sehingga kualitas dapat terjaga.

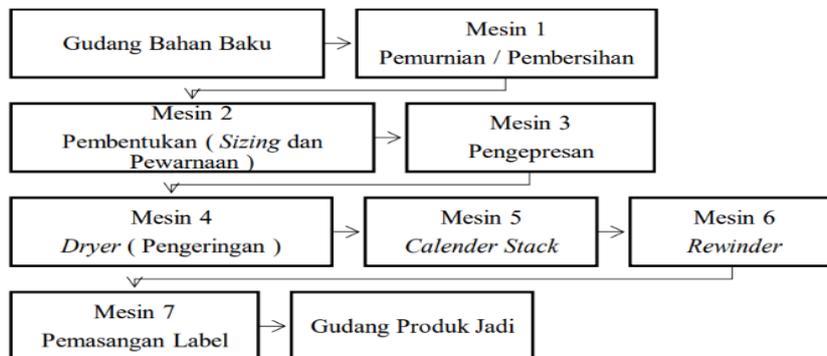
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perusahaan ini adalah salah satu perusahaan yang memproduksi kertas bahan baku karton box di Indonesia, dimana dalam perkembangannya perusahaan ini maju cukup pesat. Produk yang dihasilkan adalah kertas bahan baku untuk membuat karton box. Terdapat dua jenis kertas yang diproduksi yaitu kertas Medium Liner dan Inliner yang merupakan produk andalan. Contoh produk seperti yang ditunjukkan Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Produk Kertas Bahan Baku Karton Box

Proses pembuatan kertas berawal dari pembuburan bahan baku kemudian proses pencetakan kertas di bagian Paper Machine dan selanjutnya proses penggulungan kertas. Berikut adalah alur proses pembuatan kertas ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Alur Pembuatan Kertas

Berdasarkan pengamatan pada proses produksi diperoleh data produksi pada *Quality Check* dan data produk akhir (*Repair*) sebagai berikut

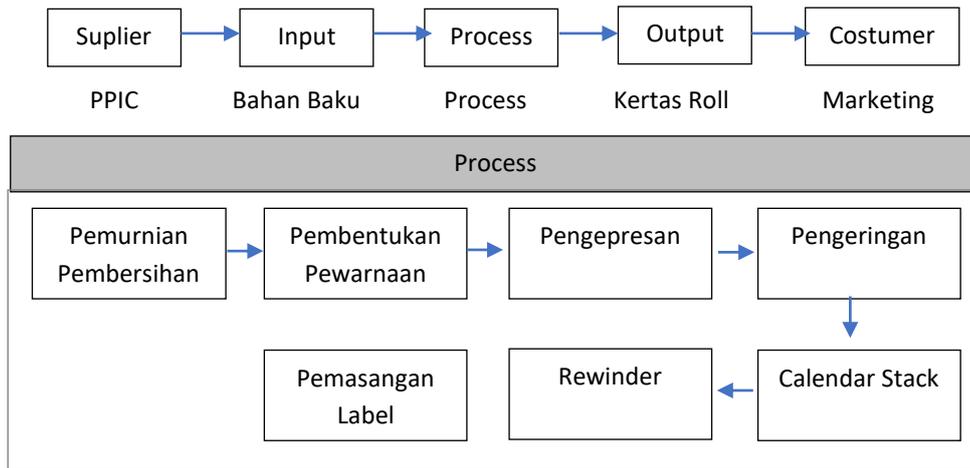
:

Tabel 1. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat Produk Kertas Bulan Juli 2022

Tanggal	Jumlah Produksi (Ton)	Jenis Cacat (Ton)				Jumlah Cacat (Ton)	Presentase Cacat (%)
		Warna	Kotor	Sisiran Tidak Rata	Keriput		
1	545	61	30	25	10	126	23%
2	493	30	10	13	31	84	17%
3	524	32	12	13	10	67	13%
4	542	20	35	33	25	113	21%
5	495	31	15	12	15	73	15%
6	428	61	23	20	15	119	28%
7	615	15	13	20	30	78	13%
8	554	43	33	32	15	123	22%
9	562	65	35	25	23	148	26%
10	215	45	23	20	20	108	50%
11	568	65	22	12	20	119	21%
12	608	35	30	15	33	113	19%
13	497	45	15	23	15	98	20%
14	605	25	31	23	22	101	17%
15	655	61	32	20	20	133	20%
16	651	45	26	20	15	106	16%
17	555	65	33	30	33	161	29%
18	671	55	20	31	15	121	18%
19	684	35	15	34	10	94	14%
20	606	65	46	32	23	166	26%
21	261	33	23	33	22	111	43%
22	380	33	35	35	36	139	37%
23	440	60	23	31	22	136	31%
24	262	30	25	23	20	98	37%
25	451	35	33	33	23	124	27%
26	544	45	25	35	32	137	25%
27	695	62	35	33	23	153	22%
28	589	63	50	31	20	164	28%
29	515	60	33	23	30	146	28%
30	561	36	20	23	32	111	20%
31	656	33	22	23	30	108	16%
Total	16427	1389	823	776	690	3678	

3.1. Tahap Define (Tahap Pendefinisian Masalah)

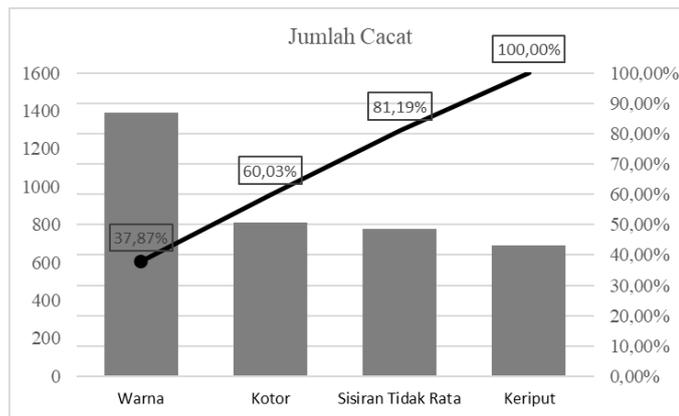
Pada tahap define akan dibahas proses produksi kertas dengan menggunakan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) seperti ditunjukkan pada Gambar 5, kemudian dibuat diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat apa saja yang menyebabkan kecacatan pada produk kertas dilanjutkan dengan menentukan *Critical to Quality* (CTQ) yang menjadi karakteristik kualitas produk dan untuk mengetahui hal-hal apa saja yang berpengaruh terhadap kualitas produk.



Gambar 5. Proses Alur Produksi Kertas

Diagram Pareto

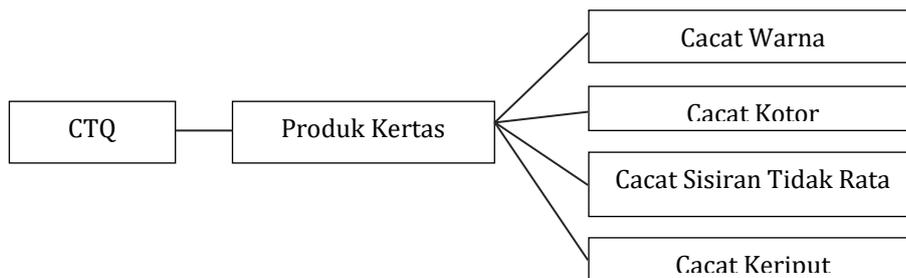
Diagram pareto adalah suatu gambar yang mengurutkan suatu klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah). [9]. Untuk mengetahui persentase jenis cacat dari yang terbesar hingga yang terkecil digunakan diagram pareto. Diagram pareto merupakan alat statistik yang digunakan untuk mengetahui permasalahan kualitas yang utama dengan cara menghitung jumlah cacat. Berikut ini adalah diagram pareto berdasarkan data cacat produk selama bulan Juli 2022 dengan prinsip 80/20 dimana 80% hasil/efek berasal dari 20% penyebab seperti pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Diagram Pareto Cacat Kertas Bulan Juli 2022

Critical to Quality

Critical to Quality (CTQ) merupakan batas karakteristik dan standar kualitas atas dimensi kualitas yang harus dijaga dari sebuah produk [10]. Dengan kata lain CTQ adalah hal yang dianggap menjadi hal penting dalam menentukan baik buruknya kualitas sebuah produk. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi kemudian dilakukan analisis pareto jumlah cacat sehingga ditetapkan nilai CTQ sebesar 3. Diagram *Critical to Quality* (CTQ) yang ditunjukkan pada Gambar 7 bberikut ini.



Gambar 7. Critical to Quality (CTQ) Produk Kertas

3.2. Tahap Measure (Tahap Pengukuran)

Pada tahap ini dilakukan pengukuran data cacat untuk mengetahui apakah jumlah cacat yang dihasilkan masih dalam batas yang dipersyaratkan dalam keadaan terkendali (*in control*) atau tidak terkendali (*out of control*) dengan menggunakan peta kendali P. Setelah dilakukan pengukuran data cacat dengan peta kendali P, dilanjutkan dengan perhitungan nilai sigma untuk mengetahui kapabilitas proses produksi kertas periode bulan Juli 2022. Dari jumlah produk yang dihasilkan sebanyak 16427 ton terdapat cacat sebanyak 3668 ton dengan rincian antara lain cacat warna 1389 ton, kotor 813 ton, sisiran tidak rata 776 ton, dan keriput 690 ton.

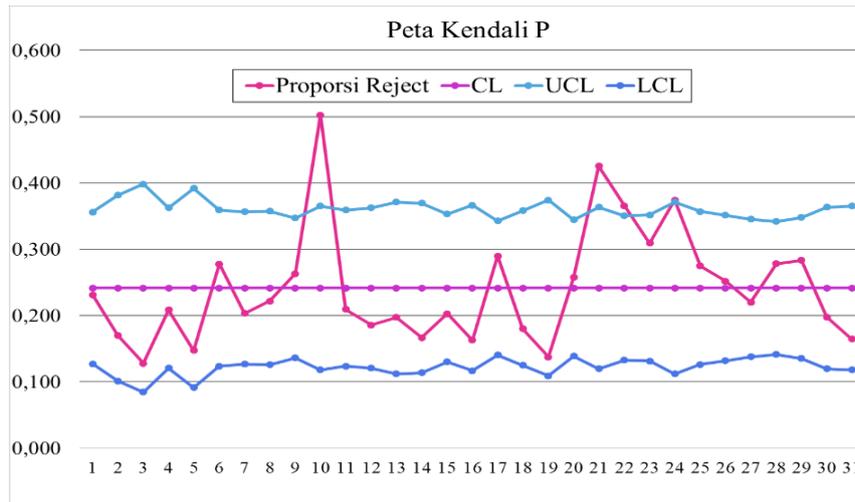
Peta Kendali Produk Cacat

Peta kendali P merupakan Peta kendali banyaknya unit ketidaksesuaian. Peta kendali ini dapat dibentuk dari sebuah proses produksi. [11]. Berdasarkan data jumlah produksi dan jumlah cacat tersebut, dibuat perhitungan untuk menetapkan nilai P (Proporsi Cacat), CL (*Center Line*) UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Peta Kendali P Untuk Cacat Produk Bulan Juli 2022

Tanggal	Jumlah Produksi (Ton)	Jumlah Cacat (Ton)	P Cacat	CL	UCL	LCL
1	545	126	0.2312	0.2233	0.2768	0.1698
2	493	84	0.1704	0.2233	0.2796	0.1670
3	524	67	0.1279	0.2233	0.2779	0.1687
4	542	113	0.2085	0.2233	0.2770	0.1696
5	495	73	0.1475	0.2233	0.2794	0.1671
6	428	119	0.2780	0.2233	0.2837	0.1629
7	615	78	0.1268	0.2233	0.2737	0.1729
8	554	123	0.2220	0.2233	0.2764	0.1702
9	562	148	0.2633	0.2233	0.2760	0.1706
10	215	108	0.5023	0.2233	0.3085	0.1381
11	568	119	0.2095	0.2233	0.2757	0.1709
12	608	113	0.1859	0.2233	0.2740	0.1726
13	497	98	0.1972	0.2233	0.2793	0.1672
14	605	101	0.1669	0.2233	0.2741	0.1725
15	655	133	0.2031	0.2233	0.2721	0.1745
16	651	106	0.1628	0.2233	0.2723	0.1743
17	555	161	0.2901	0.2233	0.2763	0.1703
18	671	121	0.1803	0.2233	0.2715	0.1751
19	684	94	0.1374	0.2233	0.2711	0.1755
20	606	156	0.2574	0.2233	0.2740	0.1725
21	261	111	0.4253	0.2233	0.3006	0.1460
22	380	139	0.3658	0.2233	0.2874	0.1592
23	440	136	0.3091	0.2233	0.2829	0.1637
24	262	98	0.3740	0.2233	0.3005	0.1461
25	451	124	0.2749	0.2233	0.2821	0.1645
26	544	137	0.2518	0.2233	0.2769	0.1697
27	695	153	0.2201	0.2233	0.2707	0.1759
28	589	164	0.2784	0.2233	0.2748	0.1718
29	515	146	0.2835	0.2233	0.2783	0.1682
30	561	111	0.1979	0.2233	0.2760	0.1705
31	656	108	0.1646	0.2233	0.2721	0.1745
Total	16,427	3,668				

Dan juga dilengkapi dengan Peta kendali P ditunjukkan pada Gambar 8 untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam keadaan terkendali (*in control*) atau tidak terkendali (*out of control*), yang ditunjukkan berikut ini.



Gambar 8. Peta Kendali P Untuk Cacat Produk Bulan Juli 2022

Dari Gambar 8 di atas dapat kita lihat bahwa masih ada titik-titik yang berada diluar batas kendali (UCL dan LCL) atau cacat yang berada diluar batas kendali yaitu titik ke 10, 21, 22, dan 24. Dan ada 27 titik yang masih berada pada batas kendali.

Defect Per Million Opportunities (DPMO) dan Tingkat Sigma

DPMO merupakan parameter ukuran bagi baiknya suatu kualitas atau proses, karena berhubungan langsung dengan cacat, biaya dan waktu yang terbuang. [12]. Berikut ini adalah perhitungan nilai DPMO berdasarkan data cacat produk kertas. $DPMO = DPO \times 10^6 = 0,079722 \times 1.000.000 = 79.722 \text{ Ton/ } 1.000.000 \text{ Ton}$. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada pembuatan produk kertas adalah 79.722 Ton. Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung level Sigma perusahaan saat ini. *Level Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan kedalam tabel standar level Sigma. Pada tabel standar *level Sigma*, nilai 79.722 DPMO berada pada *level Sigma* antara 2,90 - 2,91 dan jika dihitung berdasarkan rumus $NORMSINV((1000000-DPMO)/1000000) + 1,5$ (Ms Excel) maka level Sigma diperoleh nilai 2,907.

Tabel 3. Defect Per Million Opportunities (DPMO) Bulan Juli 2022

Tgl	Jumlah Produksi (Ton)	Jumlah Cacat (Ton)	CTQ	DPU	TOP	DPO	DPMO	NILAI SIGMA
1	545	126	3	0,2312	1635	0,0771	77.064,22	2,9251
2	493	84	3	0,1704	1479	0,0568	56.795,13	3,0823
3	524	67	3	0,1279	1572	0,0426	42.620,87	3,2211
4	542	113	3	0,2085	1626	0,0695	69.495,69	2,9796
5	495	73	3	0,1475	1485	0,0492	49.158,25	3,1531
6	428	119	3	0,2780	1284	0,0927	92.679,13	2,8244
7	615	78	3	0,1268	1845	0,0423	42.276,42	3,2249
8	554	123	3	0,2220	1662	0,0740	74.007,22	2,9466
9	562	148	3	0,2633	1686	0,0878	87.781,73	2,8545
10	215	108	3	0,5023	645	0,1674	167.441,86	2,4643
11	568	119	3	0,2095	1704	0,0698	69.835,68	2,9770
12	608	113	3	0,1859	1824	0,0620	61.951,75	3,0386
13	497	98	3	0,1972	1491	0,0657	65.727,70	3,0084
14	605	101	3	0,1669	1815	0,0556	55.647,38	3,0924
15	655	133	3	0,2031	1965	0,0677	67.684,48	2,9933
16	651	106	3	0,1628	1953	0,0543	54.275,47	3,1047
17	555	161	3	0,2901	1665	0,0967	96.696,70	2,8006
18	671	121	3	0,1803	2013	0,0601	60.109,29	3,0539
19	684	94	3	0,1374	2052	0,0458	45.808,97	3,1869
20	606	156	3	0,2574	1818	0,0858	85.808,58	2,8670

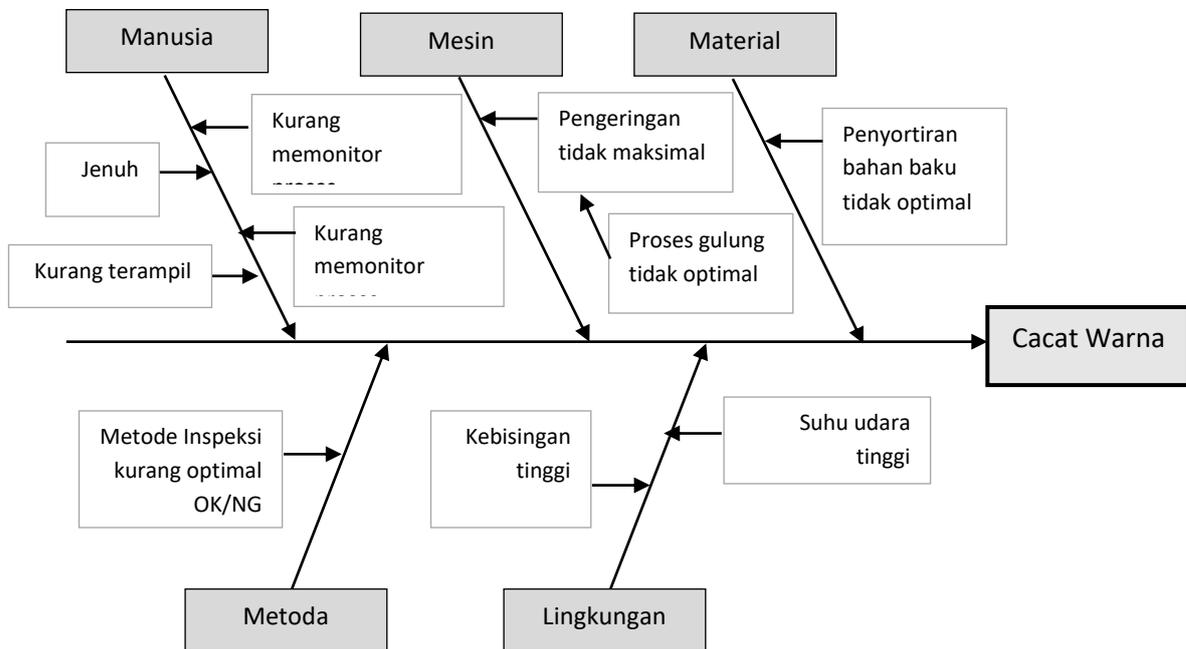
21	261	111	3	0,4253	783	0,1418	141.762,45	2,5724
22	380	139	3	0,3658	1140	0,1219	121.929,82	2,6654
23	440	136	3	0,3091	1320	0,1030	103.030,30	2,7645
24	262	98	3	0,3740	786	0,1247	124.681,93	2,6519
25	451	124	3	0,2749	1353	0,0916	91.648,19	2,8307
26	544	137	3	0,2518	1632	0,0839	83.946,08	2,8790
27	695	153	3	0,2201	2085	0,0734	73.381,29	2,9511
28	589	164	3	0,2784	1767	0,0928	92.812,68	2,8236
29	515	146	3	0,2835	1545	0,0945	94.498,38	2,8136
30	561	111	3	0,1979	1683	0,0660	65.953,65	3,0066
31	656	108	3	0,1646	1968	0,0549	54.878,05	3,0993
Jumlah	15771	3560		0,2392	1.589,71	0,079722	79.722,24	2,931

3.3. Tahap Analyze (Tahap Analisa)

Tahap *analyze* merupakan tahap untuk peningkatan kualitas dengan mengidentifikasi penyebab cacat, yaitu dengan diagram sebab-akibat (Diagram *Fishbone*). Diketahui bahwa jenis cacat mulai dari yang tertinggi adalah cacat Warna 1389 Ton, Kotor 813 Ton, Sisiran tidak rata Ton, dan Keriput Ton. Berdasarkan persentase jumlah cacat terbesar maka perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah cacat Warna.

Diagram Sebab Akibat (Diagram *Fishbone*)

Diagram *Fishbone* adalah teknik grafis yang digunakan untuk mengurutkan dan menghubungkan beberapa interaksi dengan faktor-faktor yang berpengaruh dalam suatu proses. [13]. Diagram sebab akibat merupakan salah satu diagram yang digunakan untuk mencari tahu tentang sumber penyebab dari cacat yang muncul selama proses produksi. Berdasarkan analisa dengan diagram sebab akibat, penyebab cacat yang terjadi terdiri dari lima faktor yaitu faktor manusia, metode, mesin, material dan lingkungan. Penjelasan terkait dari diagram sebab akibat (*fishbone*) dari penyebab cacat warna pada produksi kertas di perusahaan ini ditunjukkan pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Diagram *Fishbone* Penyebab Cacat Warna Produksi Kertas

Penjelasan diagram *Fish bone* penyebab cacat warna pada produksi kertas, dijelaskan dengan kelima faktor yaitu manusia, mesin, material, metoda dan lingkungan. Dimana pada kelima faktor tersebut memiliki faktor-faktor turunan sebagai penentu dari penyebab cacat warna pada produksi yang dijelaskan berikut ini.

- a) Faktor Manusia
 - Jenuh, yaitu faktor yang disebabkan oleh pekerjaan yang monoton.

- Kelelahan dan kurang konsentrasi disebabkan oleh faktor psikologis karena adanya faktor kebosanan dalam bekerja sehingga dalam melakukan pekerjaannya akan cepat merasa lelah dan akibat kelelahan ini setiap pekerja menjadi kurang konsentrasi dan kurang monitoring mesin yang sedang beroperasi.
 - Kurang terampil, yaitu pekerja hanya mengetahui tentang cara mengoperasikan mesin saja, tetapi mereka tidak diberikan pelatihan tentang cara perawatannya.
 - Kurang memonitor proses produksi, yaitu karyawan sering mengabaikan atau kurang mengontrol proses produksi sehingga terlambat dalam mengetahui masalah yang terjadi.
- b) Faktor Mesin
Mesin penggulung tidak beroperasi secara maksimal, ini disebabkan set-up kecepatan mesin sering dilakukan diatas kecepatan standar yaitu antara 450-500 meter per menit, sedangkan ukuran kecepatan standarnya adalah 400-450 meter per menit sehingga mengakibatkan proses pengeringan dalam *paper machine* tidak maksimal.
- c) Faktor Material
Bahan baku kurang baik, hal ini disebabkan karena dalam pemilihan bahan baku kertas bekas atau dalam penyortiran bahan baku kurang dilakukan dengan baik, sehingga masih banyak bahan baku yang masuk ke mesin pembuburan berkualitas rendah.
- d) Faktor Metode
Metoda yang digunakan kurang baik yaitu hanya melakukan inspeksi diakhir proses produksi dengan memisahkan produk baik dan cacat tanpa ada perbaikan proses produksinya.
- e) Faktor Lingkungan
- Temperatur udara tinggi, hal ini disebabkan kurangnya ventilasi udara pada ruangan pabrik.
 - Bising, kebisingan suara mesin diatas standar 85dB sangat mengganggu komunikasi dan kenyamanan pekerja.

3.4. Tahap Improve (Tahap Perbaikan)

Untuk merencanakan penanggulangan cacat warna yang terjadi dapat dilakukan dengan metode 5W+1H (*What, Why, When, Where, Who, How*). Rencana penanggulangan masalah produk cacat warna yang merupakan hasil pengolahan data pada diagram sebab akibat (*Fishbone*), yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Analisis 5W + 1H Penanggulangan Cacat Warna Bulan Juli 2022

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>
Cacat Warna	Kurang memonitor proses produksi	Produksi	Saat proses produksi	Area produksi	Mengontrol set-up mesin agar tidak mengalami perubahan Melakukan pelatihan terjadwal bagi pekerja
	Manusia Kelelahan dan kurang konsentrasi				
	Jenuh Kurang terampil				
	Mesin Mesin tidak beroperasi secara optimal	Teknisi	Saat proses produksi	Area produksi	Penegecekan dan perawatan mesin secara teratur
	Material Bahan baku lepek dan keriput	Produksi	Proses Pemurnian	Area bahan baku	Menyortir bahan baku sebelum proses pemurnian
Metode	Hanya memilih produk NG dan OK (<i>Inspection Quality</i>)	Produksi	Proses Produksi	Area produksi	Menggunakan metode yang lebih baik seperti <i>Six Sigma</i>
Lingkungan	Temperatur udara tinggi dan bising	Facility	Proses Produksi	Area produksi	Pembersihan secara rutin, perbanyak pintu udara, memasang tanda peringatan, bila terjadi masalah pada area produksi

Hasil analisis 5W + 1H untuk penanggulangan cacat warna bulan Juli 2022, dengan faktor manusia mempunyai hasil solusi yang perlu dilakukan perlu mengontrol set-up mesin agar tidak mengalami perubahan dan perlu melakukan pelatihan terjadwal bagi pekerja. Untuk faktor mesin perlu pengecekan dan perawatan mesin secara teratur, selanjutnya faktor material perlu menyortir bahan baku sebelum proses pemurnian. Kemudian untuk faktor metode perlu menggunakan metode yang lebih baik seperti *Six Sigma*. Dan untuk faktor lingkungan perlu pembersihan secara rutin, perbanyak pintu udara, memasang tanda peringatan, bila terjadi masalah pada area produksi. Sehingga dari hasil analisis 5W+1H ini dapat dilakukan alternatif - alternatif pencegahan agar cacat produk tidak berulang kembali, menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Tahap berikutnya adalah tahap *improve* menggunakan *tools* yang disebut FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang mungkin muncul pada proses produksi yang berpotensi menyebabkan cacat [14]. Melalui FMEA juga akan dapat diketahui masalah potensial yang harus diatasi dengan menghitung *Risk Priority Number* (RPN) untuk masing-masing bagian. Nilai RPN yang dihasilkan pada tabel FMEA merupakan hasil perkalian dari tiga kriteria penilaian, yaitu *severity*, *occurrence*, *detection* dan hasil pengukuran [15]. Dari tabel FMEA yang telah dibuat diketahui bahwa pada pembuatan produk Kertas masalah terbesar disebabkan oleh material yaitu bahan baku kondisi lepek dan keriput. Hasil yang dikeluarkan langsung dapat terlihat, sehingga operator seharusnya dapat langsung menangani dengan *rework* kembali dan segera memperbaiki campuran dengan cara menyortir kembali bahan baku sebelum melakukan proses produksi kembali. Setelah mengetahui usulan-usulan tindakan perbaikan pada FMEA, perlu adanya alat pengendali dan pengawasan untuk mengetahui apakah ada peningkatan kualitas dari hasil akhir produk Kertas tersebut. Usulan tindakan dan pengawasan dibuat untuk jenis cacat yang memiliki persentase tertinggi yang nantinya akan memberikan dampak perbaikan yang signifikan. Hal tersebut akan dijelaskan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

<i>Process</i>	<i>Item</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect of Failure</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurance</i>	<i>Current Process Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
<i>Paper machine</i>	Produk Kertas	Kurang memonitor proses produksi	Merusak Produk Kertas	3	Karena Operattor yang kelelahan dan kurang konsentrasi	2	Melakukan pelatihan terjadwal bagi pekerja	5	30
<i>Paper machine</i>	Produk Kertas	Mesin tidak beroperasi secara optimal	Merusak Produk Kertas	3	Karena kurangnya pengecekan dan perawatan mesin	3	Pengecekan dan perawatan mesin secara teratur	4	36
<i>Paper machine</i>	Produk Kertas	Bahan baku lepek dan keriput	Merusak Produk Kertas	3	Karena operator kurang mrnyortir bahan baku	5	Penyortiran kembali bahan baku sebelum mulai	4	60
<i>Paper machine</i>	Produk Kertas	Temperatur udara tinggi dan bising	Merusak Produk Kertas	2	Karena mesin yang terus beroperasi dan kurangnya ventilasi udara	3	Perbanyak pintu udara dan <i>exhaust</i>	5	30

Dari hasil analisis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), bahwa pada pembuatan produk kertas masalah terbesar dengan nilai RPN terbesar 60 adalah pada material bahan baku yaitu bahan baku lepek dan keriput. Campuran bahan lepek dan keriput menyebabkan cacat produk ini terjadi karena campuran bahan haruslah sesuai dengan hasil produk jadi yang sesuai kriteria. Hasil yang dikeluarkan langsung dapat terlihat, sehingga operator

seharusnya dapat langsung menangani dengan *rework* kembali dan segera harus memperbaiki campuran dengan cara menyortir kembali bahan baku sebelum melakukan proses produksi sehingga proses dapat berjalan dengan baik. Hal ini diterjemahkan dalam panduan bagi operator dapat menjaga konsistensi dalam menjalankan suatu prosedur kerja, dapat mengetahui dengan jelas peran dan posisi mereka dalam perusahaan dan dapat memberikan keterangan atau kejelasan tentang alur proses kerja, tanggung jawab, dan staf terkait dalam proses tersebut

3.5. Tahap Control (Tahap Pengendalian)

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dalam tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Pada tahap ini dijelaskan cara mengendalikan perbaikan yang telah dibuat pada tahap *improve* agar cacat yang terjadi pada proses produksi tidak terulang kembali. Hal tersebut akan dijelaskan pada rencana tindakan pengendalian berikut ini.

1. Pengawasan dan perbaikan mesin secara berkala sebagai panduan bagi operator dapat menjaga konsistensi dalam menjalankan suatu prosedur kerja, dapat mengetahui dengan jelas peran dan posisi mereka dalam perusahaan dan dapat memberikan keterangan atau kejelasan tentang alur proses kerja, tanggung jawab, dan staf terkait dalam proses tersebut.
2. Meningkatkan frekuensi pemeriksaan dan pemeliharaan mesin dengan melakukan *preventive maintenance* untuk mengurangi terjadinya kemungkinan mesin cepat rusak, dan kondisi mesin selalu siap pakai dan penggantian suku cadang rutin dilakukan sesuai dengan rancangan awal peralatan tersebut, sesuai dengan usia pakainya. Hal ini dilakukan untuk menjamin optimalisasi kerja unit secara keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini menggunakan *Six Sigma* dan kerangka DMAIC dihasilkan bahwa penyebab utama cacat produk adalah cacat warna sebesar 1389 ton (37,77%). Berdasarkan perhitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO), ditemukan nilai sebesar 79.722 ton. Sementara itu, nilai *Six Sigma* yang dihasilkan pada waktu yang sama adalah 2,907. Hasil analisis menunjukkan bahwa *level sigma* saat ini sebesar 2,907 dengan cacat produk terbesar pada cacat warna dengan persentase 37,77%, yang disebabkan oleh faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Tahap *improve* dilakukan dengan menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) untuk mengidentifikasi masalah potensial dan menentukan rekomendasi perbaikan. Rekomendasi aktifitas perbaikan dalam pengendalian kualitas menekankan pengawasan dan perbaikan mesin secara berkala sebagai panduan bagi operator agar dapat menjaga konsistensi dalam menjalankan suatu prosedur kerja, meningkatkan frekuensi pemeriksaan mesin secara berkala khususnya untuk mesin-mesin yang sering mengakibatkan produk cacat, penggantian spare part rutin serta memperbaiki kondisi lingkungan agar dilakukan sesuai dengan rancangan awal peralatan tersebut. Dan diharapkan dari aktifitas-aktifitas yang dilakukan perbaikan dalam pengendalian kualitas menekankan pengawasan dan perbaikan mesin secara berkala diharapkan mampu dan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pekerjaan yang dihasilkan dan dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan.

REFERENCES

- [1] A. Irwanto, D. Arifin, and M. M. Arifin, "Peningkatan Kualitas Produk Gearbox Dengan Pendekatan Dmaic Six Sigma Pada Pt. X, Y, Z," *J. Kalibr. - Karya Lintas Ilmu Bid. Rekayasa Arsitektur, Sipil, Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/teknik/article/view/638>
- [2] V. Devani and F. Wahyuni, "Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan Statistical Process Control di Paper Machine 3," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, p. 87, 2017, doi: 10.23917/jiti.v15i2.1504.
- [3] M. F. Basheer, M. R. A. Siam, A. M. Awn, and S. G. Hassan, "Exploring the role of TQM and supply chain practices for firm supply performance in the presence of information technology capabilities and supply chain technology adoption: A case of textile firms in Pakistan," *Uncertain Supply Chain Manag.*, vol. 7, no. 2, pp. 275–288, 2016, doi: 10.5267/j.uscm.2018.9.001.
- [4] J. Heizer and B. Render, *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat, 2006.
- [5] I. Kaoru, *Pengendalian mutu terpadu*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 1992.
- [6] S. Assauri, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2008.
- [7] V. Gaspersz, *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005.
- [8] E. Supriyadi, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DENGAN STATISTICAL PROSES CONTROL (SPC) DI PT . SURYA TOTO INDONESIA , Tbk," *JITMI Vol.1 Nomor 1 Maret 2018*, vol. 1, no. 1, pp. 63–73, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/1841>
- [9] D. W. Ariani, *Pengendalian kualitas statistik: pendekatan kuantitatif dalam manajemen kualitas*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [10] D. S. Trimarjoko, Aris, "Integration of nominal group technique , Shainin system and DMAIC methods to reduce defective products: A case study of tire manufacturing industry in Indonesia," no. July, 2019, doi: 10.5267/j.msl.2019.7.013.

- [11] A. G. Arsyad, P. F. Ferdinant, and R. Ekawati, "Analisis peta kendali p yang distandarisasi dalam proses produksi regulator set fujiyama (Studi Kasus : PT . XYZ)," *J. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 86–92, 2017.
- [12] S. Afrillia, W. Kosasih, and M. A. Saryatmo, "Penerapan Metode Six Sigma Dalam Upaya Minimasi Defect Injection Moulding Pada Proses Produksi Mainan Plastik Tunggang Anak," *J. Mitra Tek. Ind.*, vol. 1, no. 3, pp. 317–328, 2022, doi: 10.24912/jmti.v1i3.23512.
- [13] Malabay, "Pemanfaatan Diagram Fishbone untuk Mendukung Kebutuhan Proses Bisnis," *J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 150–154, 2016.
- [14] 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," pp. 1–9, 2019.
- [15] A. Sumantika, "PENERAPAN MANAJEMEN RISIKO PADA ASPEK PENANGANAN PRODUKSI (MAKE) DI PABRIK PENGALENGAN GUDEG YOGYAKARTA," vol. 4, no. 3, pp. 254–262, 2020.