

Optimization of Sugar Product Quality Control with a Combination of Seven Tools and RCA Methods

[Optimalisasi Pengendalian Kualitas Produk Gula Dengan Kombinasi Metode Seven Tools dan RCA]

Moch Rio Firmansyah ¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana ^{*,2)}

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

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

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. *This research was conducted in a company engaged in the production of a product. During the production process, the company had problems in May-October, the highest defect results were in May with 315 kg of gravel, 152 kg of refined sugar, 63 kg of molasses, with a total defect reaching 315 kg. One of them is the increasing number of defective products during the sugar production process. This study aims to identify the type of defect in the quality of sugar products, find out the root of the problem and provide suggestions for improvement to the company. Data processing is carried out using the seven tools method with root cause analysis integration to reduce resource losses. It can be seen that the causative factors and root causes of product defects are caused by 5 factors, namely, machines, materials, methods, environments, materials, so it is necessary to carry out machine maintenance, supervision of raw materials, and training for employees.*

Keywords - Quality Control, Seven Tools, Root Cause Analysis (RCA), Sugar

Abstrak. *Penelitian ini dilakukan diperusahaan yang bergerak dibidang produksi sebuah produk. pada saat proses produksi perusahaan mempunyai masalah pada bulan Mei-Oktober hasil kecacatan tertinggi yaitu pada bulan Mei dengan krikilan 315 kg, gula halus 152 kg, mollases 63 kg, dengan total kecacatan mencapai 530 kg. salah satunya adalah meningkatnya jumlah produk yang cacat pada saat proses produksi gula. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kecacatan pada kualitas produk gula, mengetahui akar permasalahan serta memberikan usulan perbaikan pada perusahaan. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode seven tools dengan itegrasi root cause analysis untuk menekan kerugian sumber daya. Dapat diketahui bahwa faktor penyebab dan akar permasalahan cacat produk disebabkan oleh 5 faktor yaitu, mesin, material, metode, lingkungan, material, sehingga perlu dilakukan perawatan mesin, pengawasan bahan baku, dan pelatihan terhadap karyawan*

Kata Kunci – Pengendalian Kualitas, Seven Tools, Root Cause Analysis (RCA), Gula

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. PG Candi Baru sering mengalami berbagai permasalahan. Salah satu permasalahan yaitu terjadinya kecacatan produk dalam proses produksinya diduga disebabkan oleh penerapan pengendalian kualitas yang kurang maksimal. proses produksinya dalam satu tahun tergantung dari cuaca, namun pada umumnya masa penggilingan tebu di PT PG Candi Baru dimulai pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober. Menurut laporan hasil produksi PT PG Candi Baru, peningkatan produksi terjadi pada periode 2024. Produksi pada bulan mei sebanyak 3115 kwintal, bulan juni 5429 kwintal. Pada bulan Mei didapatkan kecacatan sebanyak 530 kg atau 17.0 %, sedangkan bulan Juni sebanyak 601 kg atau 11.07 % terdapat 3 jenis cacat yaitu gula galus, krikilan, *molasses* [1].

Pengendalian kualitas berfungsi memastikan bahwa produk tetap terjaga kualitasnya serta untuk mengurangi jumlah kecacatan produk yang sampai ke tangan konsumen [2]. Para pelaku usaha berupaya keras untuk bisa memenuhi kebutuhan para konsumen dengan menyediakan paoduk yang berkualitas yang berfungsi untuk memberikan jaminan atau kepuasan kepada pelanggan, perusahaan sering memeberikan berbagai layanan penjualan atau variasi produk [3]. Pengendalian kualitas adalah sistem yang dirancang untuk menjaga kualitas suatu produk atau jasa pada tingkat yang diinginkan. Sistem ini memantau kulitas produk atau jasa dan bisa mengambil tindakan perbaikan jika terjadi penyimpangan dari standar yang sudah ditentukan. Tujuan utama pengendalian kualitas adalah memastikan bahwa kualitas tercapai melalui analisa faktor-faktor yang menyebabkan masalah pengendalian kualitas [2].

Beberapa penelitian terdahulu digunakan untuk mendukung penelitian ini antara lain penelitian, Hamdani [4] yang membahas tentang pengendalian kualitas dengan menggunakan metode seven tools pada PT. X yang bertujuan untuk membantu perusahaan dalam mengevaluasi dan memperbaiki standar kualitas yang sudah ditetapkan

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

perusahaan. Penelitian, Almira [5] membahas tentang implementasi *seven tools* pada CV idola indonesia yang memproduksi tas dengan tujuan untuk mengedukasi mitra tentang pengimplementasian *seven tools* yang berfungsi untuk mengurangi jumlah kecacatan produk tas. Penelitian, Novita [2] membahas tentang mengidentifikasi masalah dengan mempersempit lingkup masalah yang terjadi, mengidentifikasi sumber masalah untuk produk yang mengalami cacat, dan mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan cacat tersebut terjadi. Dengan menggunakan metode *seven tools* pada PT Batanghari Tebing Pratama. Penelitian dari, Rouf [6] membahas tentang penggunaan metode rca (*root cause analysis*) pada PT, Medco E&P Indonesia yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan yang ada serta dapat menemukan penyebab permasalahan yang lebih dalam yang mempengaruhi penyebab langsung pada produksi minyak dan gas. Penelitian dari, Fandi [7] membahas tentang pengendalian kualitas pada proses pengemasan minyak, penelitian tersebut menggunakan metode *root cause analysis* (RCA) dan dikombinasikan dengan metode *failure mode effect analysis* (FMEA), dengan tujuan untuk mengetahui *defect* yang terjadi dan penyebab kecacatan tertinggi pada proses pengemasan tersebut pada CV XYZ.

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut: (1) Mengidentifikasi kecacatan pada PT. PG Candi Baru. (2) Memberikan usulan perbaikan dan mengetahui cara untuk mengendalikan kecacatan dan meningkatkan kualitas produk.

B. *Seven Tools*

Seven Tools adalah sekumpulan alat atau teknik yang digunakan untuk mengevaluasi dan memecahkan masalah kualitas produk dalam suatu industri. Metode ini paling sederhana yang digunakan untuk memecahkan masalah [8]. Metode *seven tools* adalah salah satu alat statistik yang digunakan untuk mencari akar masalah kualitas. Manajemen kualitas dapat menggunakan metode ini untuk menemukan akar masalah yang menyebabkan cacat pada produk serta faktor penyebabnya [9].

C. *Root Cause Analysis* (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan penyelidikan terstruktur dengan tujuan untuk menemukan sumber utama masalah terjadi selama suatu peristiwa, sehingga kita dapat mengetahui sumber masalah [10]. *root cause analysis* (RCA) adalah proses analisis yang menemukan cara untuk mengubah sistem dengan mendesain ulang atau membuat proses atau sistem baru untuk mencegah kesalahan terjadi [11].

II. METODE

A. Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di PT PG.Candi Baru yang terletak di Jl. Raya Candi No. 10, Sidoarjo, Jawa Timur. waktu penelitian dilaksanakan selama 6 bulan dimulai April 2024 sampai dengan September 2024.

B. Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, seluruh sumber data pada penelitian ini diperoleh dari dalam perusahaan pada bagian produksi. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Untuk data primer, didapatkan dari wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan pada kepala *quality assurance*, operator produksi. Data wawancara meliputi informasi mengenai gambaran umum proses produksi, serta penyebab terjadinya cacat pada proses produksi pembuatan gula yang akan digunakan dalam metode *root cause analysis* (RCA) dengan konsep 5 *why*. Kemudian untuk data sekunder yang digunakan meliputi data produksi, jumlah cacat, jenis cacat yang terjadi pada saat proses produksi gula periode April 2024 sampai dengan September 2024 yang digunakan pada pengolahan data dengan metode *seven tools*.

C. Alur Penelitian

Dalam penelitian ini mengacu pada penggunaan metode *seven tools* yang akan diintegrasikan dengan metode *root cause analysis* (RCA) dengan konsep 5 *whys*. Adapun tahapan-tahapan tersebut terdiri dari:

A. *Seven Tools*

Seven Tools merupakan sekumpulan alat statistik yang mempunyai fungsi untuk mencari permasalahan yang berhubungan dengan kualitas serta bisa berfungsi untuk mengevaluasi dan mengatasi permasalahan kualitas produk dalam perusahaan. Metode ini dianggap yang paling sederhana untuk bisa mengatasi masalah yang terjadi. Berikut adalah tujuh alat tersebut: *check sheet* (lembar pemeriksaan), histogram, diagram pareto, *scatter diagram* (diagram pencar), *control chart* (peta kendali), dan *fishbone diagram* (diagram sebab akibat), startifikasi [8].

1. *Check Sheet* merupakan alat pengumpulan data untuk menyederhanakan pencatatan data [8].
2. Histogram adalah alat yang digunakan untuk menampilkan distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi menunjukkan seberapa sering setiap nilai yang berada dalam data set yang terjadi [8].
3. Diagram Pareto adalah digunakan dalam menghitung jenis cacat-cacat yang paling besar. Diagram Pareto juga digunakan untuk menentukan persentase terjadinya cacat [8].
4. *Scatter Diagram* digunakan untuk memahami korelasi atau keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya [12].

5. Peta Kendali merupakan alat panduan yang bisa digunakan untuk mengetahui apakah kapasitas suatu siklus sesuai dengan standar atau sudah berada dalam batas yang diinginkan. Selain itu, ada komponen-komponen khusus yang membentuk peta kendali, yaitu UCL (*Upper Central Line*), CL (*Central Line*), dan LCL (*Lower Central Line*) [12].

Rumus peta kendali sebagai berikut:

- a. Menghitung presentase kerusakan

$$\bar{P} = \frac{n\bar{P}}{n} (1)$$

Sumber: [12]

Keterangan:

\bar{P} : Presentasi masalah atau cacat
 $n\bar{P}$: Banyaknya produk yang salah
 n : Banyaknya sampel yang diambil

- b. Menghitung garis pusat atau *Central Line* (CL). Garis pusat merupakan rata-rata kecacatan produk:

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum X}{\sum N} (2)$$

Sumber: [12]

Keterangan:

$\sum X$: Jumlah total yang rusak
 $\sum N$: Jumlah total yang diperiksa

- c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Contorl Limit* (UCL)

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

Sumber: [12]

Keterangan:

\bar{P} : Rata-rata ketidak sesuaian produk
 n : Jumlah produksi

- d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Time* (LCL)

$$CL = \bar{P} - 3 \frac{\sqrt{\bar{P}(1-\bar{P})}}{n} (4)$$

Sumber : [12]

Keterangan:

\bar{P} : Rata-rata ketidak sesuaian produk
 n : Jumlah produksi

6. *Fishbone diagram* (diagram sebab-akibat) ini berfungsi untuk mengidentifikasi faktor utama yang memengaruhi kualitas. Faktor-faktor penyebab utama ini bisa dikelompokkan kedalam kategori seperti bahan baku (Material), mesin (Machine), tenaga kerja (Man), metode (Method), dan lingkungan (Milieu) [4].
7. Stratifikasi digunakan untuk menguraikan atau membagi masalah menjadi kelompok atau golongan yang lebih kecil dari masalah yang memiliki karakteristik yang sama [13].

B. *Analysis*

Root Cause Analysis (RCA) Salah satunya adalah suatu sistem yang dibuat untuk menjaga standar kualitas hasil produksi yang sama pada biaya yang rendah dan membantu meningkatkan efisiensi pabrik. Pada dasarnya, *root cause analysis* (RCA) merupakan pendekatan pemecahan masalah untuk menemukan sumber masalah atau kesalahan yang berhubungan dengan kualitas hasil produksi [14].

C. *Improve*

Tahapan ini bertujuan untuk memberikan usulan perbaikan atau solusi yang mungkin untuk dilaksanakan berdasarkan hasil analisa pada tahap *analysis* [3]. 5 why adalah cara untuk mencari dan menganalisis akar penyebab terstruktur dengan pendekatan berupa pertanyaan yang digunakan untuk menyelidiki faktor-faktor yang mendasari masalah. Setelah mencapai kesimpulan yang signifikan, investor terus bertanya, "Mengapa?".

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

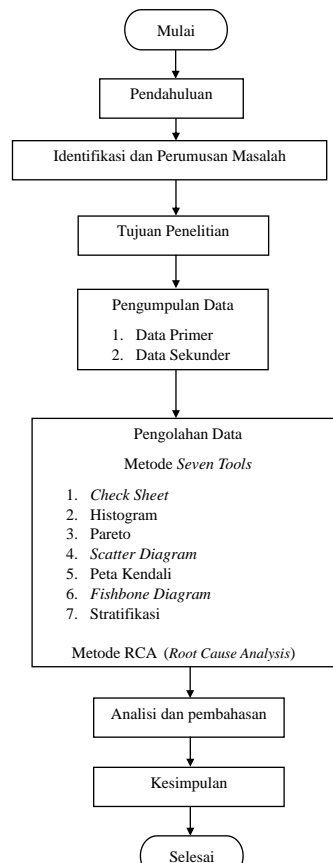
Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

teknik untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat untuk membantu memecahkan masalah dan fokus pada penyelesaiannya [15].

D. *Control*

Pada tahapan ini usulan perbaikan yang didapatkan dari tahap *improve* bisa diterapkan dengan tujuan untuk memantau proses perbaikan, sehingga diharapkan kecacatan dapat diminimalisirkan [16].

Diagram alir penelitian yang menjelaskan tahapan-tahapan dalam penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pada gambar 1 dapat diketahui bahwa penelitian ini dilakukan secara langsung diperusahaan untuk mendapatkan pokok permasalahan dan mengambil data yang dibutuhkan yang menjadi fokus penelitian, kemudian data tersebut diolah menggunakan metode *seven tools* yang diintegrasikan dengan metode *root cause analysis* (RCA) dengan konsep 5 *whys*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang dipergunakan adalah rangkuman produk cacat dari produksi gula selama rentang waktu dari Mei sampai Oktober 2024. Informasi ini mencakup jumlah produksi berdasarkan pengamatan langsung di PT PG Candi Baru selama periode penelitian. rincian data dapat ditemukan dalam Tabel 1

Tabel 1. Data Cacat dan Jumlah Produksi

No	Bulan	Jumlah produksi (Kwintal)	Krikilan	Gula halus	Molasses	Total
1	Mei	3115	315	152	63	530
2	Juni	5429	270	119	212	601
3	Juli	6269	233	306	115	654
4	Agustus	6756	419	131	150	700
5	September	6770	331	311	121	763
6	Oktober	2630	103	98	100	301
Total		30969.000	1671	1117	761	3549

Pada Tabel 1 terdapat bahwa bulan Mei perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 3115 kwintal dengan total kecacatan sebesar 530 kg. Pada bulan Juni perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 5429 kwintal dengan total kecacatan sebesar 601 kg. Pada bulan Juli perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 6269 kwintal dengan total kecacatan sebesar 640 kg. Pada bulan Agustus perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 6756 kwintal dengan total kecacatan sebesar 700 kg. Pada bulan September perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 6770 kwintal dengan total kecacatan sebesar 763 kg. Pada bulan Oktober perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 2630 kwintal dengan total kecacatan sebesar 301 kg.

B. Kategori Produk Cacat

Pada kategori produk reject meliputi penjelasan dari produk gula yang memiliki kategori produk reject yang ada di PT PG Candi Baru yang menjadi permasalahan dalam produksinya, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Produk Reject

No	Kategori	Penjelasan
1	Krikilan	Butiran gula tidak seragam, kasar, atau menggumpal karena proses kristalisasi yang tidak sempurna. Partikel gula yang lebih besar atau lebih kecil dari ukuran standar dan tampak seperti gumpalan.
2	Gula halus	Kondisi di mana butiran gula memiliki tekstur yang terlalu halus atau berbentuk seperti bubuk, tidak sesuai dengan standar ukuran butiran gula yang diharapkan.
3	Molasses	Cairan kental berwarna cokelat gelap yang merupakan produk samping dari proses pemurnian gula tebu

C. Pengolahan Data Menggunakan *Seven Tools*

Setelah proses pengumpulan data sudah lengkap, maka selanjutnya yang dilakukan yaitu proses pengolahan data untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada proses produksi. Dengan menggunakan metode *seven tools* maka dapat memberikan gambaran mengenai jenis-jenis cacat produk serta penyebabnya. Adapun 7 (tujuh) alat bantu statistik yaitu: *check sheet* (lembar pemeriksaan), histogram, diagram pareto, *scatter diagram* (diagram pencar), *control chart* (peta kendali), dan *fishbone diagram* (diagram sebab akibat), stratifikasi. Berikut pengolahan data dengan menggunakan metode *seven tools*:

1. *Check Sheet* (Lembar Periksa)

Check Sheet merupakan alat pengumpulan data untuk menyederhanakan pencatatan data. Formulir ini membantu para analis dalam mengidentifikasi fakta atau pola yang mungkin bermanfaat dalam analisis selanjutnya [8]. Hasil pengolahan data menggunakan *check sheet* untuk menghitung presentase kecacatan dapat dilihat pada tabel Tabel 3.

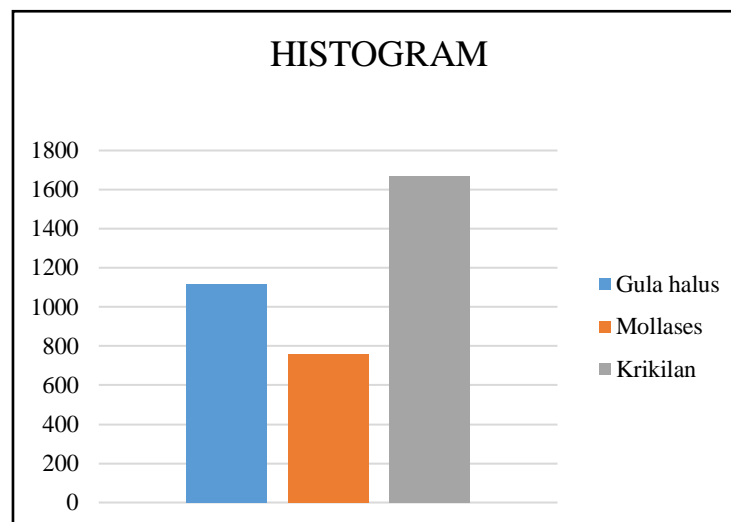
Tabel 3. *Check Sheet*

No	Bulan	Jumlah produksi (kwintal)	Krikilan	Gula halus	Molasses	Total	Persentase Produk Reject %
1	Mei	3115	315	152	63	530	17.01%
2	Juni	5429	270	119	212	601	11.07%
3	Juli	6269	233	306	115	654	10.43%
4	Agustus	6756	419	131	150	700	10.36%
5	September	6770	331	311	121	763	11.27%
6	Oktober	2630	103	98	100	301	11.44%
Total		30.969	1671	1117	761	3549	71.59%

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat pada bulan Mei memiliki jumlah produksi gula sebesar 3115 kwintal dengan total kecacatan sebesar 530 kg dengan presentase kecacatan 17.01%. Pada bulan Juni perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 5429 kwintal dengan total kecacatan sebesar 601 kg dengan presentase kecacatan 11.07%. Pada bulan Juli perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 6269 kwintal dengan total kecacatan sebesar 654 kg dengan presentase kecacatan 10.43%. Pada bulan Agustus perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 6756 kwintal dengan total kecacatan sebesar 700 kg dengan presentase kecacatan 10.36%. Pada bulan September perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 6770 kwintal dengan total kecacatan sebesar 763 kg dengan presentase kecacatan 11.27%. Pada bulan Oktober perusahaan memiliki jumlah produksi gula sebesar 2630 kwintal dengan total kecacatan sebesar 301 kg dengan presentase kecacatan 11.44%.

2. Histogram

Histogram adalah alat yang digunakan untuk menampilkan distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi menunjukkan seberapa sering setiap nilai yang berada dalam data set yang terjadi [8]. Dalam penelitian ini, histogram digunakan untuk menggambarkan jumlah produk cacat yang sudah diklasifikasikan berdasarkan proses produksi yang menjadi penyebab cacat dapat dilihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Histogram

Berdasarkan histogram kecacatan pada produk gula dapat dilihat bahwa jenis produk *reject* yang terjadi adalah jumlah *reject* gula halus sebanyak 1117 kwintal, jumlah *reject* *mollases* sebanyak 761 kwintal, jumlah *reject* krikilan sebanyak 1671 kwintal. Maka dapat diketahui bahwa jenis *reject* paling banyak adalah krikilan dengan jumlah *reject* sebanyak 1671 kwintal.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

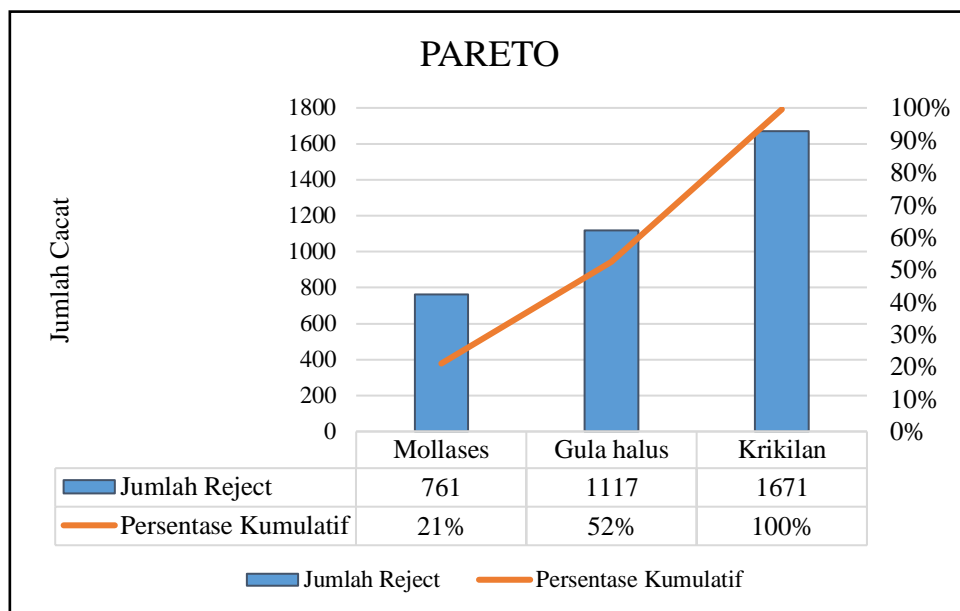
3. Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah digunakan dalam menghitung jenis cacat-cacat yang paling besar. Diagram Pareto juga digunakan untuk menentukan persentase terjadinya cacat [8]. Data yang digunakan yaitu data jumlah jenis reject pada produk gula. Jumlah reject produk dan nilai presentase kumulatif yang akan digunakan untuk membuat diagram pareto dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Presentase Kecacatan Produk

Kecacatan	Jumlah Reject	Kumulatif	Persen	Persentase Kumulatif
Krikilan	1641	3549	47%	100%
Gula halus	1117	1878	31%	52%
Mollases	761	761	21%	21%

Pada Tabel 4 diatas dapat dilihat bahwa produk yang mengalami Gula halus memiliki persentase sebesar 21% dan presentase kumulatif sebesar 53%, krikilan memiliki prestanse sebesar 32% dan presentase kumulatif sebesar 32 %, *mollases* memiliki presentase sebesar 47% dan presentase kumulatif sebesar 100%. Berdasarkan Tabel 4 maka dapat disusun sebuah diagram pareto yang dapat dilihat pada gambar 4.

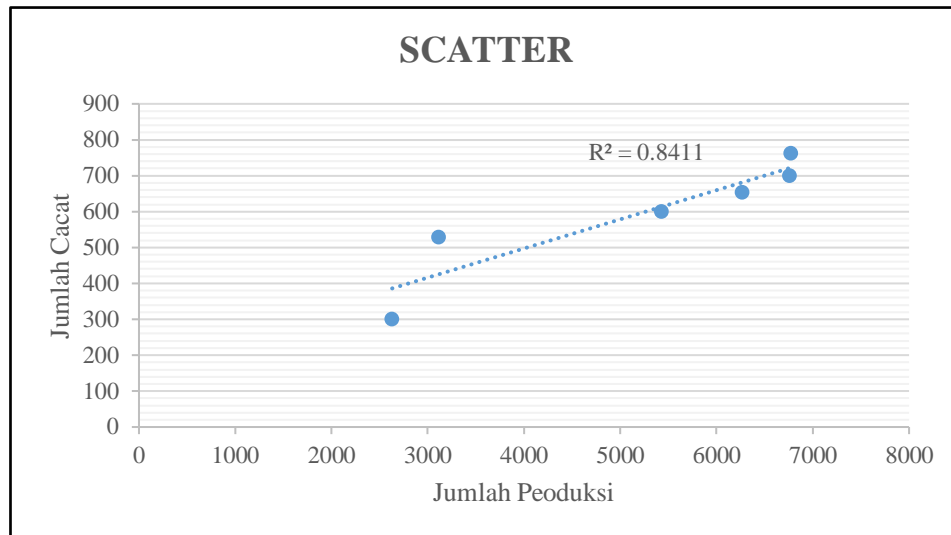


Gambar 4. Diagram Pareto

Berdarkan gambar 4 diatas maka dapat disimpulkan bahwa jenis cacat krikilan produk gula yang paling besar pada periode Mei-Oktobre 2024 adalah krikilan dengan jumlah cacat sebesar 1671 kwintal dan persentase sebesar 100 %.

4. Scatter Diagram (Diagram Pencar)

Scatter Diagram digunakan untuk memahami korelasi atau keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya [12]. Dalam penelitian ini, *scatter diagram* dibuat dengan tujuan untuk memahami apakah terdapat hubungan yang penting antara jumlah produksi dengan jumlah cacat, serta untuk mengidentifikasi jenis hubungan, apakah itu positif, negatif, atau tidak ada hubungan sama sekali. *Scatter diagram* yang menggambarkan hal tersebut dapat ditemukan pada gambar 5.



Gambar 5. Scatter Diagram

Berdasarkan gambar 5, dapat dilihat bahwa hubungan yang terjadi antara dua variabel x (jumlah produksi) dan variabel y (jumlah *defect*) memiliki hubungan yang kuat dan bersifat positif yang artinya semakin tinggi variabel x maka semakin tinggi pula variabel y. Hal ini ditunjukkan oleh pola sebaran titik pada *scatter diagram* yang terkelompok secara linier dengan kecenderungan meningkat. Seperti yang terjadi pada saat perusahaan melakukan produksi sebanyak 3115 kwintal, jumlah *defect* yang terjadi berkisar pada rentang 530 kg, sedangkan saat perusahaan memproduksi sebanyak 5429 kwintal, jumlah *defect* 601 kg. Sehingga hal tersebut membuktikan adanya hubungan yang kuat dan positif antara jumlah produksi dan tingkat kecacatan produk. karena semakin tinggi jumlah produksi semakin tinggi pula jumlah *defect* yang terjadi.

5. Control Chart (Peta Kendali)

Peta Kendali merupakan alat panduan yang bisa digunakan untuk mengetahui apakah kapasitas suatu siklus sesuai dengan standar atau sudah berada dalam batas yang diinginkan. Selain itu, ada komponen-komponen khusus yang membentuk peta kendali, yaitu UCL (*Upper Central Line*), CL (*Central Line*), dan LCL (*Lower Central Line*) [12]. Pembuatan peta kendali dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi variabel yang menunjukkan konsistensi serta variabel yang tidak dapat diprediksi, yang dapat menghasilkan keluaran yang dipengaruhi oleh sebab-sebab masalah yang kompleks. Untuk mempermudah proses perhitungan dalam pembuatan peta kendali P, digunakan bantuan Microsoft Excel. Contoh perhitungan peta kendali pada bulan Mei dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini :

Perhitungan Proporsi Cacat Bulan Mei :

$$\bar{p} = \frac{n\bar{p}}{n}$$

$$\bar{p} = 0.101$$

Perhitungan *Center Line* (CL) Bulan Mei:

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

$$CL = 0.0540$$

Perhitungan *Upper Center Limit* (UCL) Bulan Mei:

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

$$UCL = 0.0661$$

Perhitungan *Lower Center Limit* (LCL) Bulan Mei:

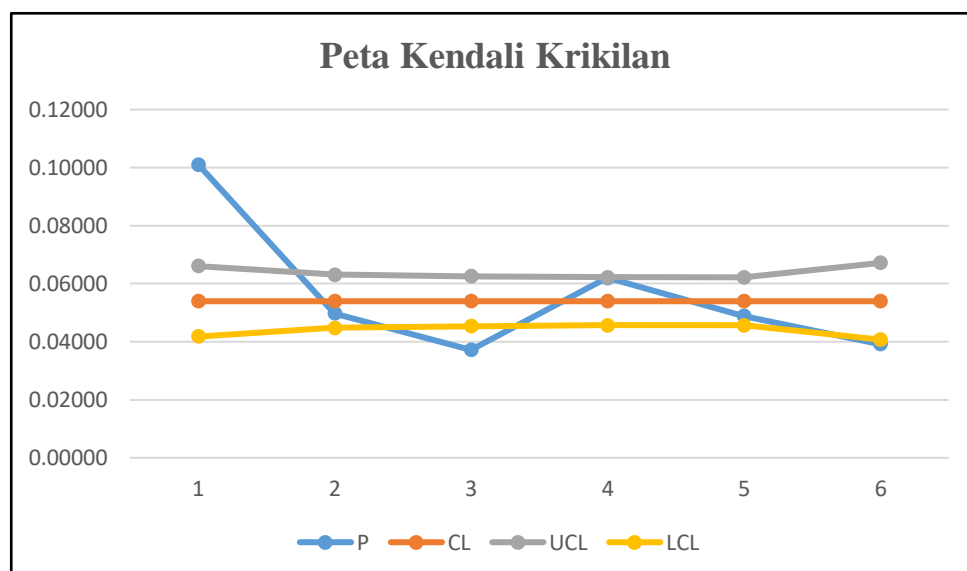
$$LCL = \bar{p} - 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n}$$

$$LCL = 0.0418$$

Setelah dilakukan perhitungan secara lengkai pada setiap bulan, data hasil pengolahan peta kendali tersebut dapat dilihat dalam tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Peta Kendali Kecacatan Krikilan

Bulan	Jumlah Produksi	Krikilan	Proportion	P	CL	UCL	LCL
Mei	3115	315	0.101	0.10112	0.0540	0.0661	0.0418
Juni	5429	270	0.050	0.04973	0.0540	0.0632	0.0448
Juli	6269	233	0.037	0.03717	0.0540	0.0625	0.0454
Agustus	6756	419	0.062	0.06202	0.0540	0.0622	0.0457
September	6770	331	0.049	0.04889	0.0540	0.06219	0.0457
Oktober	2630	103	0.039	0.03916	0.0540	0.0672	0.0407
Total	30.969	1671					

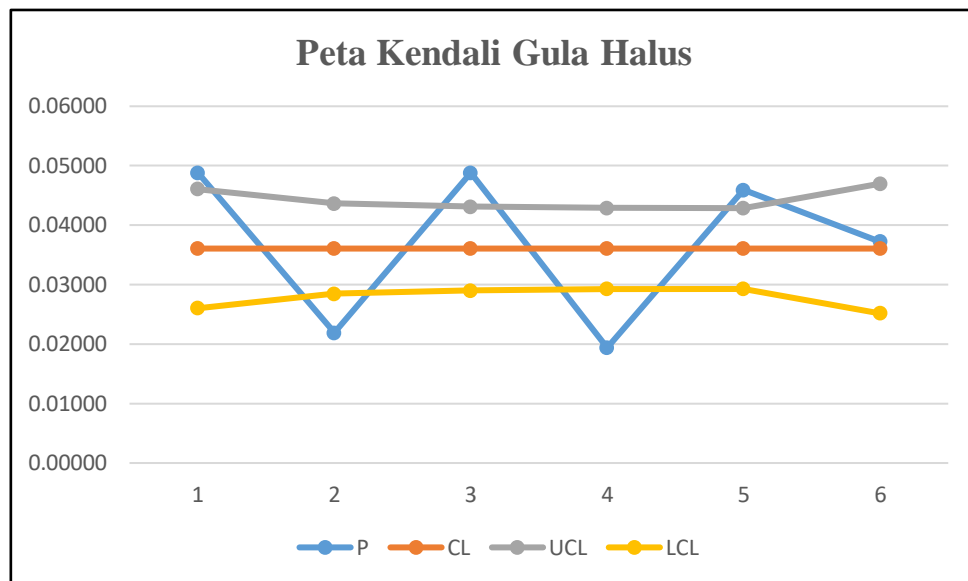


Gambar 6. Peta Kendali Kecacatan Krikilan

Berdasarkan gambar 7 menunjukkan bahwa terdapat data yang melewati batas kendali atas seperti pada periode 1, periode 3. Kondisi tersebut menunjukkan ada penyimpangan khusus yang terjadi pada proses.

Tabel 6. Perhitungan Kecacatan Gula Halus

Bulan	Jumlah Produksi	Gula Halus	Proportion	P	CL	UCL	LCL
Mei	3115	152	0.049	0.04880	0.0361	0.0461	0.0260
Juni	5429	119	0.022	0.02192	0.0361	0.0437	0.0285
Juli	6269	306	0.049	0.04881	0.0361	0.0431	0.0290
Agustus	6756	131	0.019	0.01939	0.0361	0.0429	0.0293
September	6770	311	0.046	0.04594	0.0361	0.04287	0.0293
Oktober	2630	98	0.037	0.03726	0.0361	0.0470	0.0252
Total	30.969	1117					

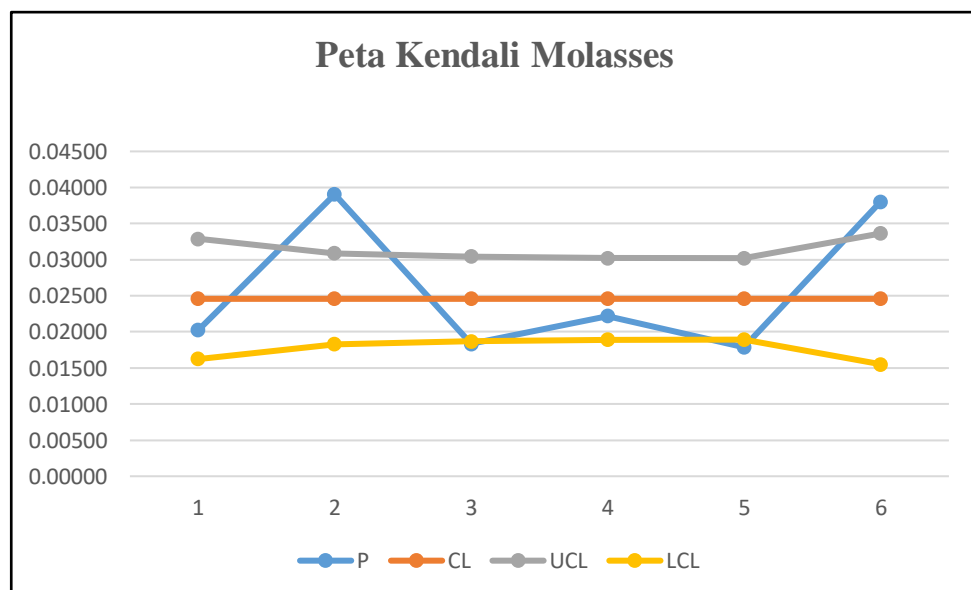


Gambar 7. Peta Kendali Kecacatan Gula Halus

Berdasarkan gambar 8 menunjukkan bahwa terdapat data yang melewati batas kendali atas seperti pada periode 1, periode 2, 3, 4 dan 5. Kondisi tersebut menunjukkan ada penyimpangan khusus yang terjadi pada proses.

Tabel 7. Perhitungan Kecacatan Molasses

Bulan	Jumlah Produksi	Molasses	Proportion	P	CL	UCL	LCL
Mei	3115	63	0.049	0.020	0.02022	0.0246	0.0329
Juni	5429	212	0.022	0.039	0.03905	0.0246	0.0309
Juli	6269	115	0.049	0.018	0.01834	0.0246	0.0304
Agustus	6756	150	0.019	0.022	0.02220	0.0246	0.0302
September	6770	121	0.046	0.018	0.01787	0.0246	0.03022
Oktober	2630	100	0.037	0.038	0.03802	0.0246	0.0336
Total	30.969	761					

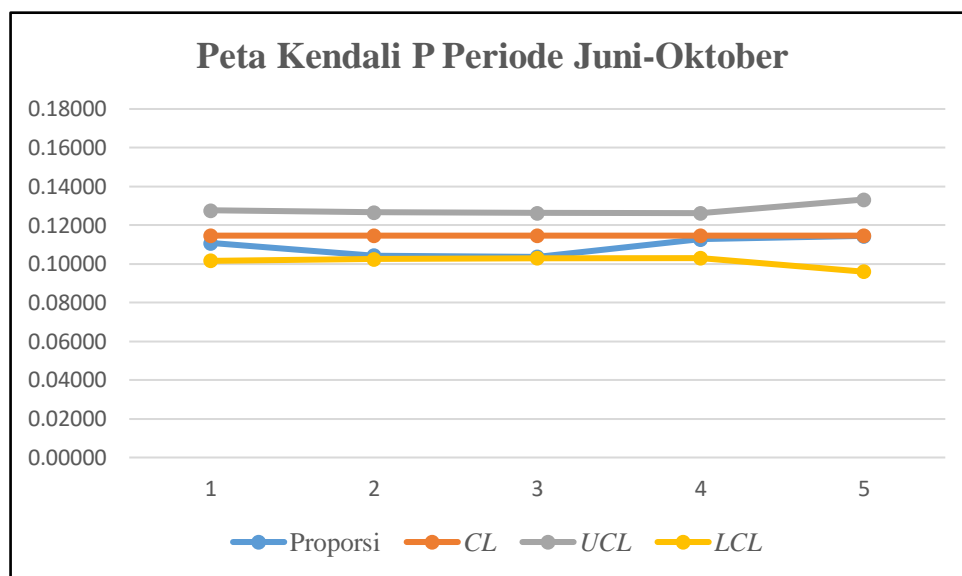


Gambar 8. Peta Kendali Kecacatan Molasses

Berdasarkan gambar 9 menunjukkan bahwa terdapat data yang melewati batas kendali atas seperti pada periode 2, 3, 5 dan 6. Kondisi tersebut menunjukkan ada penyimpangan khusus yang terjadi pada proses.

Tabel 8. Perhitungan Peta Kendali P

Bulan	Jumlah Produksi	Reject	Proporsi	P	CL	UCL	LCL
Juni	5429	601	5429	601	0.111	0.11070	0.1146
Juli	6269	654	6269	654	0.104	0.10432	0.1146
Agustus	6756	700	6756	700	0.104	0.10361	0.1146
September	6770	763	6770	763	0.113	0.11270	0.1146
Oktober	2630	301	2630	301	0.114	0.11445	0.1146
Total	27854	3019					

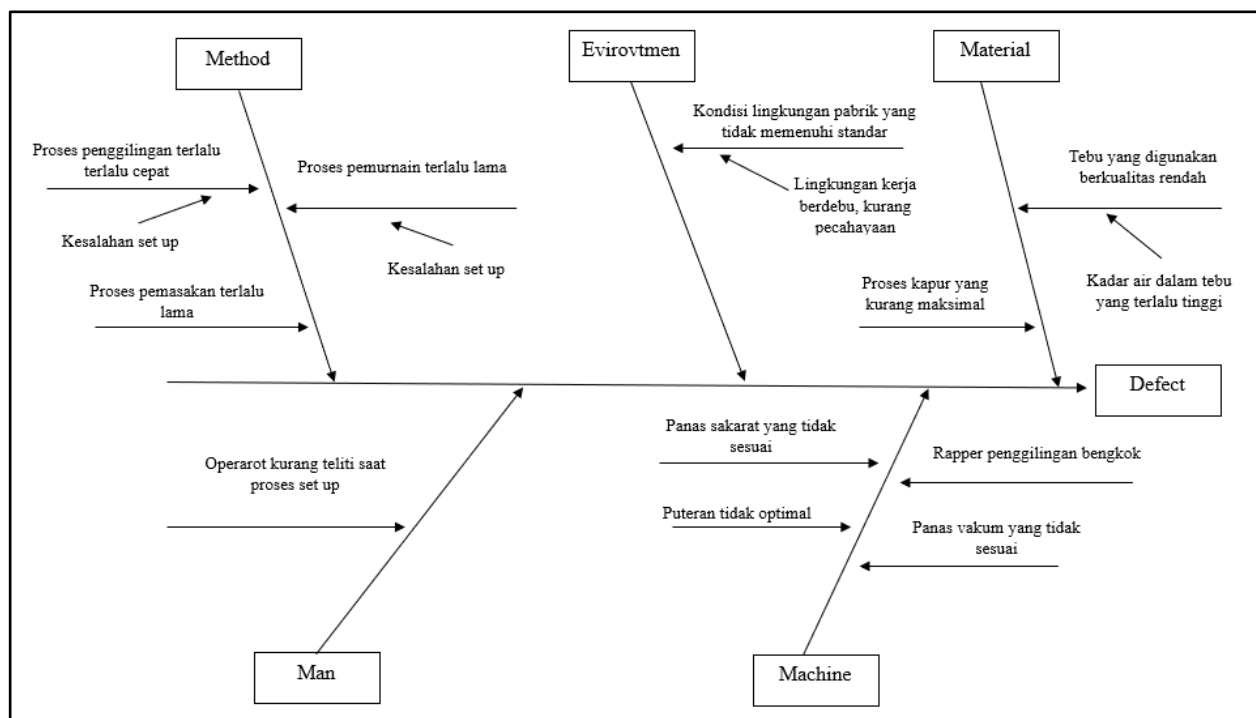


Gambar 9. Peta Kendali P

Setelah dilakukan perhitungan ulang dengan mengeliminasi data yang diluar batas kendali maka pada gambar 10 dilihat bahwa keseluruhan data proporsi kecacatan sudah berada pada batas Kontrol dan terkendali (in Control) maka data dapat dilanjutkan.

6. Fishbone Diagram (Diagram Sebab-Akibat)

Diagram ini berfungsi untuk mengidentifikasi faktor utama yang memengaruhi kualitas [4]. Ada lima elemen yang terdapat dalam fishbone diagram, yaitu tenaga kerja (*man*), bahan baku (*material*), mesin (*machine*), metode (*method*), dan lingkungan (*environment*). Faktor-faktor penyebab yang telah didiskusikan bersama para ahli di lapangan kepada *quality assurance*, kepala produksi, selaku operator *maintenance*, yang dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Fisbone Diagram

Berdasarkan pengamatan dari diagram tulang ikan pada gambar 8, dapat diketahui bahwa kecacatan produk paling utama disebabkan oleh 5 faktor yaitu *man*, *machine*, *method*, *material*, *environment*. Pada faktor *man* kecacatan terjadi karena kurangnya pelatihan operator. Pada faktor *machine* kecacatan terjadi panas sakarat yang tidak sesuai, panas vakum yang tidak sesuai, putaran tidak optimal, rapper penggilingan bengkok. Pada faktor *material* kecacatan terjadi karena tebu yang digunakan berkualitas rendah, proses kapur yang kurang maksimal. Pada faktor *environment* kecacatan terjadi karena kondisi lingkungan pabrik yang tidak memenuhi standar. Pada faktor *method* kecacatan terjadi karena proses penggilingan terlalu cepat, proses pemurnian terlalu lama, proses pemasakan terlalu lama.

7. Stratifikasi

Stratifikasi digunakan untuk menguraikan atau membagi masalah menjadi kelompok atau golongan yang lebih kecil dari masalah yang memiliki karakteristik yang sama [13]. Pada penelitian ini stratifikasi digunakan untuk memisahkan data menjadi kelompok atau kategori agar lebih mudah dianalisis. Pengelompokan data dilakukan berdasarkan jenis cacat krikilan, *mollases* dan gula halus pada tabel 10.

NO	Jenis Kecacatan	Jumlah (kwintal)
1	Gula halus	1117
2	Krikilan	1671
3	<i>Mollases</i>	761
Total		3549

Tabel 9. Startifikasi

Berdasarkan tabel 6 diatas terdapat 3 jenis kecacatan yang terjadi di PT PG Candi Baru, yaitu gula halus dengan jumlah kecacatan 1117 kwintal, Krikilan dengan jumlah cacat 1671 kwintal, *mollases* dengan jumlah kecacatan 761 kwintal dengan total kecacatan pada tahun 2024 sebesar 3549 kwintal.

D. Analisa Perbaikan Menggunakan Root Cause Analysis (RCA)

Setelah akar permasalahan didapatkan dari *fishbone diagram* maka selanjutnya yang dilakukan yaitu menentukan usulan perbaikan untuk meminimalisir permasalahan yang sudah ditemukan dengan menggunakan metode *root cause analysis* (RCA) dengan konsep 5 whys.

1. Improve

5 why adalah cara untuk mencari dan menganalisis akar penyebab terstruktur dengan pendekatan mengajukan pertanyaan yang digunakan untuk menyelidiki faktor-faktor yang mendasari masalah. Setelah mencapai kesimpulan yang signifikan, investor terus bertanya, "Mengapa?". teknik untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat untuk membantu memecahkan masalah dan fokus pada penyelesaiannya [15]. Pada penelitian ini digunakan untuk

mengetahui apa penyebab utama yang menyebabkan kecacatan produk yang terjadi pada perusahaan sehingga didapatkan rekomendasi perbaikan yang efektif.

Tabel 10. 5 *Whys Method* Proses Produksi

Faktor	Penyebab	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Method</i>	Proses penggilingan terlalu cepat	Pengaturan kecepatan pada mesin penggilingan tidak sesuai	Kesalahan pada saat proses set up	Pengaturan kecepatan sering terlewat pada saat proses set up	Operator kurang teliti pada saat proses set up	Operator tidak memperhatikan SOP yang berlaku
	Proses pemurnian yang terlalu lama	Pengaturan waktu pada saat proses pemasakan terlalu lambat	Kesalahan pada saat proses set up	Pengaturan kecepatan sering terlewat pada saat proses set up	Operator kurang teliti pada saat proses set up	Operator tidak memperhatikan SOP yang berlaku
	Proses pemasakan terlalu lama	Pengaturan waktu pada saat proses pemasakan terlalu lambat	Kesalahan pada saat proses set up	Pengaturan kecepatan sering terlewat pada saat proses set up	Operator kurang teliti pada saat proses set up	Operator tidak memperhatikan SOP yang berlaku
<i>Environment</i>	Kondisi lingkungan pabrik yang tidak memenuhi standar	Lingkungan kerja yang berdebu dan kurangnya pencahayaan	Kurangnya ventilasi, lampu sorot dan tidak dilakukan pembersihan di area produksi	Tidak ada pengendalian lingkungan area produksi yang efektif		
<i>Material</i>	Tebu yang digunakan berkualitas rendah	Kadar air dalam tebu yang terlalu tinggi	Tebu yang terlalu tua	Kurangnya inspeksi pada saat penerimaan bahan baku	Kurangnya pengetahuan mengenai kualitas mengenai standar penerimaan tebu	
	Proses kapur yang kurang maksimal	Adonan dari proses kapur ke nira tidak sesuai dengan komposisi	Air yang digunakan pada saat proses kapur kurang dari komposisi yang mengakibatkan kapur tidak larut	Kurangnya pengetahuan mengenai komposisi air yang digunakan		
<i>Man</i>	Proses set up tidak sesuai SOP	Operator kurang teliti saat melakukan set up	Operator sering melewatkan pengaturan mesin pada saat set up	Operator tidak memperhatikan SOP	Operator terlalu jenuh dan menurunkan fokus kerja	

<i>Machine</i>	Panas vakum yang tidak sesuai	Suhu vakum lebih dari 65 ⁰ c	vakum akan mengalami kerusakan	Kurangnya perawatan pada komponen vakum	Tidak ada jadwal pemeriksaan pada mesin	Kurangnya pengawasan dan kebijakan terkait pemeriksaan mesin
	Panas sakarat yang tidak sesuai	Suhu jusiter terlalu panas	Sensor pada suhu mengalami kerusakan	Kurangnya perawatan komponen pemanas	Tidak ada jadwal pemeriksaan pada mesin	Kurangnya pengawasan dan kebijakan terkait pemeriksaan mesin
	Rapper penggilingan bengkok	Kelebihan beban yang masuk	proses penggilingan tidak maksimal	Komponen pada mesin sudah aus	Kurangnya perawatan pada komponen mesin	Kurangnya pengawasan dan kebijakan terkait pemeriksaan mesin
	Putaran yang tidak optimal	Kecepatan putaran tidak sesuai dengan standar operasional	Gula akan terlarut dalam tetes	Komponen pada mesin yang sudah aus	Kurangnya perawatan pada komponen mesin	Kurangnya pengawasan dan kebijakan terkait pemeriksaan mesin

Berdasarkan tabel 7 diatas dengan menggunakan metode *root cause analysis* (RCA) dengan konsep 5 *why's* didapatkan penyebab *defect* pada proses produksi dipengaruhi 5 faktor yaitu *machine*, *material*, *method*, *man*, *evirotmn*. Faktor yang paling dominan terjadi pada faktor mesin diantaranya yaitu panas vakum yang tidak sesuai, putaran tidak optimal, rapper penggilingan bengkok, panas sakarat tidak sesuai dikarenakan tidak adanya jadwal *maintenance* pada setiap mesinnya.

2. Control

Pada tahapan pengendalian pada penelitian ini hanya memberikan usulan untuk segera dilakuakn langkah perbaikan pada penyebab cacat. Pada tahap ini langkah strategis disusun kemudian dimplementasikan untuk mengurangi tingkat kecacatan dari hasil penyebab kecacatan yang didasarkan dengan wawancara secara langsung dengan operator produksi, *quality assurance*, operator *maintenance*, kepala produksi dan kajian literatur dari penelitian terdahulu. Didaptkan rencana usulan sebagai berikut:

Tabel 12. Rekomendasi atau Usulan Perbaikan

Faktor penyebab	Akar Permasalahan	Rekomendasi Perbaikan
<i>Method</i>	Operator yang tidak memperhatikan SOP yang berlaku	Menamkan pentingnya SOP kepada semua pekerja yang terlibat pada proses produksi [17]
		Memberikan program pelatihan untuk para pekerja [18]
<i>Evirotmen</i>	Tidak ada pengendalian lingkungan diaera produksi	Membuat jadwal untuk pembersihan untuk diarea produksi secara rutin [17]
		Penambahan ventilasi dan pencahayaan [17]
<i>Material</i>	Kurangnya pengetahuan mengenai standar bahan baku	Mengadakan <i>open reccuitmen</i> dari jauh-jauh hari sebelum untuk pengembangan dan meningkatkan pengetahuan tentang bahan baku ya digunakan. Selain itu, perusahaan dapat menekankan (SOP) yang sudah berlaku [10]

Man	Operator terlalu jenuh sehingga menurunkan fokus kerja	Melakukan inspeksi bahan baku secara ketat dan rutin sebelum masuk pada proses produksi [10]
		Mengawasi dan mengajar pekerja baru untuk menjadi lebih fokus dan teliti saat bekerja [19]
		Meningkatkan motivasi kerja kepada operator [19]
Machine	Tidak ada kebijakan dan kurangnya pengawasan terkait pemeriksaan mesin	Melakukan pengawasan secara ketat dan membuat jadwal <i>maintenance</i> pada mesin secara rutin seperti membersihkan sensor, bagian luar mesin, dan motor [20]
		Melakukan penggantian komponen mesin secara berkala [18]
		Meningkatkan kesadaran pekerja dalam pemeliharaan mesin produksi [19]

Dari Tabel 8. Rekomendasi atau usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas dan perbaikan produksi gula. Perbaikan pada aspek-aspek tersebut dapat menghasilkan produk yang lebih baik, mengurangi cacat, dalam pembuatan produk gula. Penerapan metode 5 *whys* untuk faktor metode usulan perbaikan adalah menanamkan pentingnya SOP dan memberikan pelatihan. Faktor *eviotmen* usulan perbaikan adalah membuat jadwal dan penambahan ventilasi. Faktor *material* usulan perbaikan adalah meningkatkan pengetahuan tentang bahan baku dan melakukan inspeksi bahan baku secara ketat. Faktor *man* usulan perbaikan adalah mengawasi dan mengajar pekerja baru dan meningkatkan motivasi kerja. Faktor *machine* usulan perbaikan adalah melakukan pengawasan secara ketat serta membuat jadwal *maintenance* dan mengganti komponen mesin secara teratur.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat 3 jenis cacat yang terjadi di PT PG Candi Baru yaitu kerikil (32%), gula halus (21%), *mollases* (47%). Penyebab terjadinya kecacatan disebabkan oleh 5 faktor *machine*, *material*, *method*, *man*, *eviotmen*. Pada faktor *method* terjadi karena operator yang tidak memperhatikan SOP yang berlaku sehingga mendapatkan usulan perbaikan menanamkan pentingnya SOP dan memberikan program pelatihan kerja. Pada faktor *eviotmen* terjadi karena tidak adanya pengenalan lingkungan di area produksi sehingga mendapatkan usulan perbaikan membuat jadwal pembersihan secara rutin dan penambahan ventilasi serta percahayaan. Pada faktor *material* terjadi karena kurangnya pengetahuan mengenai standar bahan baku sehingga mendapatkan usulan perbaikan meningkatkan dan mengembangkan pengetahuan tentang bahan baku dan melakukan inspeksi bahan baku secara ketat. Pada faktor *man* terjadi karena operator terlalu jenuh sehingga menurunkan fokus kerja sehingga didapatkan usulan perbaikan mengawasi dan mengajar pekerja untuk lebih fokus dan meningkatkan motivasi kerja. Pada faktor *machine* terjadi karena tidak adanya kebijakan dan kurangnya pengawasan terkait pemeriksaan mesin sehingga didapatkan usulan perbaikan melakukan secara ketat dan membuat jadwal *maintenance* dan melakukan penggantian komponen mesin secara berkala.

Penelitian ini tidak menyediakan data statistik yang lebih terinci atau analisa kumulatif terhadap dampak usulan perbaikan. Sehingga penelitian selanjutnya dapat memperluas analisa data dan melibatkan survei kepuasan pekerja terhadap implementasi perbaikan serta memonitor porsesnya kontinu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan PT PG Candi Baru yang telah mendukung penelitian ini.

REFERENSI

- [1] L. Sholiha and A. Syaichu, "ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK GULA KRISTAL PUTIH DENGAN METODE SEVEN TOOLS."
- [2] D. Novita and H. Irawan, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS CRUMB RUBBER DENGAN MENGGUNAKAN METODE SEVEN TOOLS DI PT. BATANGHARI TEBING PRATAMA," 2797.
- [3] O. Hana Catur Wahyuni and M. Wiwik Sulistiyowati, *BUKU AJAR PENGENDALIAN KUALITAS INDUSTRI MANUFAKTUR DAN JASA*.
- [4] D. H. Stie and E. Bandung, "Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Seven Tools... ISSN."
- [5] Almira Refriani Adinda Putri and Iyan Bachtiar, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Tas Ransel Berdasarkan Quality Control New Seven Tools dan Kaizen," *Jurnal Riset Teknik Industri*, pp. 11–18, Jul. 2024, doi: 10.29313/jrti.v4i1.3803.
- [6] A. N. Rouf and K. Muhammad, "ANALISIS PERBAIKAN PENULISAN LIST OF MATERIAL PROGRAM PRESERVASI MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)," vol. 4, no. 4, 2023.
- [7] F. Rafsyani Zani, H. Supriyanto, J. Teknik Industri, F. Teknologi Industri, and I. Teknologi Adhi Tama Surabaya, "ANALISIS PERBAIKAN PROSES PENGEMASAN MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DALAM UPAYA MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK PADA CV. XYZ."
- [8] I. Nursyamsi and A. Momon, "Analisa Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Seven Tools untuk Meminimalkan Return Konsumen di PT. XYZ," *Serambi Engineering*, vol. VII, no. 1, 2022.
- [9] B. Harma, Farid, Susriyati, and E. P. Miliandini, "Analisis Kualitas CPO Menggunakan Seven Tools dan Kaizen," *J Teknol*, pp. 13–20, Jun. 2022, doi: 10.35134/jitekin.v12i1.63.
- [10] I. A. Sidikiyah and K. Muhammad, "ANALISIS DEFECT PADA PROSES PEMBUATAN KAYU LAPIS DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)," vol. 3, no. 2, 2022.
- [11] Michael A. Irawan and Farida Pulansari, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Kaleng PT XYZ dengan Menggunakan Metode RCA (Root Cause Analysis)," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 260–271, Jan. 2024, doi: 10.55606/jtmei.v3i1.3311.
- [12] "Penelitian Pengendalian Kualitas Batu Nisan dengan Menggunakan Seven Tools Monograf (Moh. Ririn Rosyidi, S.T., M.T. Narto, S.T. etc.) (Z-Library)".
- [13] "Penerapan Metode Seven Tools Dan Pdca Pl".
- [14] P. Bayu Sugiharto, endi Furqon, O. Kustiadi, P. Studi Teknik Industri, and F. Sains Dan Teknologi, "ANALISIS PERBAIKAN DEFECT PADA PRODUK BATA RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE RCA (ROOT CAUSE ANALYSIS) PADA SALAH SATU PERUSAHAAN BATA RINGAN DI SERANG TIMUR," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 2023–157, doi: 10.46306/tgc.v3i1.
- [15] R. A. De Fretes, "ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN METODE RCA (FISHBONE DIAGRAM AND 5-WHY ANALYSIS) DI PT. PLN (PERSERO) KANTOR PELAYANAN KHANDARAT," *Agustus*, vol. 16, no. 2, 2022.
- [16] N. Illiyastia *et al.*, "Implementasi Pengendalian Kualitas pada Proses Pengeringan Teh Hitam (Orthodox) Menggunakan Metode Six Sigma (DMAIC) (Studi Kasus: PT. XY)," *Juni*, vol. 10, no. 1, p. 564.
- [17] L. Permono, S. T. Salmia, R. Septiari,) Program, and S. T. Industri, "PENERAPAN METODE SEVEN TOOLS DAN NEW SEVEN TOOLS UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK (STUDI KASUS PABRIK GULA KEBON AGUNG MALANG)," *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, vol. 5, no. 1, 2022.
- [18] W. Alna Marlina, D. Wawan Arasid, J. Manajemen, F. Ekonomi dan Bisnis, and I. Artikel, "Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Di Usaha Gula Aren Saka Halaban Sumatera Barat Quality Control Analysis Using The Seven Tools Method In Saka Aren Sugar Business Halaban West Sumatera," *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 09, no. 01, 2024, doi: 10.32502/js.v9i1.
- [19] "Hal+45-65".
- [20] R. Z. Syafira, S. H. Anwar, and Z. F. Rozali, "Pengendalian Mutu Crude Palm Oil (CPO) Dengan Metode Control Chart dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada Pabrik Kelapa Sawit PT.XYZ," *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, vol. 14, no. 2, pp. 81–87, Oct. 2022, doi: 10.17969/jtipi.v14i2.23056.

Conflict of Interest Statement:

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

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.