



Penerapan Metode *Six Sigma* dan *Failure Mode Effect Analysis* untuk Perbaikan Pengendalian Kualitas Produksi Gula

Putri Sausan Kis Hanifah*, Irwan Iftadi

Program Studi Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No.36 Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126 Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Artikel Masuk: 11 April 2022

Artikel direvisi: 04 September 2022

Artikel diterima: 14 September 2022

Kata kunci

Produk Cacat
Pengendalian Kualitas
Kualitas Produksi

Keywords

Defect Product
Quality Control
Production Quality

ABSTRAK

PG Madukismo sebagai salah satu pabrik gula di Indonesia dalam proses produksinya masih ditemukan sebagian produk gula yang cacat. Produk cacat tersebut merugikan perusahaan karena menyebabkan pemborosan biaya dan waktu produksi. Produk gula cacat yang diolah kembali dapat mengurangi komposisinya terutama zat-zat yang bermanfaat untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan perbaikan pengendalian kualitas untuk meningkatkan kualitas produksi gula dan meminimalisasi terjadinya produk cacat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode six sigma yang terdiri dari lima tahap yaitu tahap define, measure, analyze, improve, dan control. Tahap define bertujuan mengidentifikasi alur proses produksi. Tahap measure dilakukan perhitungan tingkat pengendalian produk cacat. Tahap analyze bertujuan menganalisis penyebab produk cacat. Tahap improve menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi mode kegagalan penyebab produk cacat dan usulan perbaikan. Tahap control bertujuan mengimplementasikan tindakan perbaikan dan melakukan pengawasan proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mode kegagalan kualitas tebu tidak sesuai standar memiliki nilai RPN paling besar yaitu 168. Tindakan yang disarankan untuk memperbaiki pengendalian kualitas produksi gula adalah meningkatkan pengecekan kualitas tebu, meningkatkan ketelitian dalam pembersihan tebu sebelum digiling dan menentukan jumlah batas maksimal proporsi cacat per hari.

ABSTRACT

PG Madukismo is one of the sugar factories in Indonesia; in its production process, some defective sugar products are still found. The defective product is detrimental to the company because it causes a waste of production costs and time. Defective sugar products that are reprocessed can reduce their composition, especially substances that are beneficial for consumption. This study aims to provide suggestions for quality control improvements to improve sugar production quality and minimize defective products. The method used in this study is the six sigma method, which consists of five stages, namely the define, measure, analyze, improve, and control stages. The define stage aims to identify the flow of the production process. The measuring stage is carried out by calculating the level of control of defective products. The analysis stage aims to analyze the causes of defective products. The improvement phase uses the FMEA method to identify failure modes that cause defective products and propose improvements. The control phase aims to implement corrective actions and supervise the production process. The results showed that the failure mode of sugarcane quality that was not up to standard had the largest RPN value of 168. The recommended actions to improve sugar production quality control were increasing sugarcane quality checking, increasing accuracy in cleaning sugarcane before milling and determining the maximum number of defects per day.

* Penulis Korespondensi

Putri Sausan Kis Hanifah

E-mail:

putrisausank@student.uns.ac.id

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



© 2022. Some rights reserved



1. PENDAHULUAN

Gula pasir atau gula kristal putih merupakan bahan pemanis alami yang untuk bahan baku industri pangan dan keperluan konsumsi rumah tangga yang terbuat dari bahan baku tebu atau bit (Solomon, 2011). Gula dapat juga berfungsi sebagai pengawet maupun pemanis (Kurniasari et al., 2015). Gula pasir dapat dikatakan sebagai kebutuhan pokok karena merupakan produk yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Kebutuhan gula menjadi meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Peningkatan kebutuhan gula juga diiringi makin banyaknya pabrik gula yang ada di Indonesia. Salah satu pabrik gula pasir yang terkenal dan terbesar di DIY adalah PT Madubaru PG Madukismo.

Berbagai tahap proses produksi dengan prosedur dan teknis yang terstruktur senantiasa diupayakan oleh Pabrik Gula Madukismo untuk menghasilkan produk gula pasir yang berkualitas. Maksud dari gula pasir yang berkualitas adalah tidak hanya dipandang dari fisiknya saja namun juga kandungan gizinya. Namun demikian setiap perusahaan sebaik apapun dalam memproduksi tentunya ada beberapa produk yang mengalami kerusakan maupun kurang maksimalnya hasil. Observasi yang dilakukan di Pabrik Gula Madukismo selain mengamati dan mempelajari produksi gula juga bermaksud mengetahui produk yang belum maksimal hasilnya dan mengidentifikasi penyebabnya baik dari aspek teknis (*human* dan mesin) dan juga non teknis (bahan, sistem proses produksi dan lingkungan kerja).

Berdasarkan hasil observasi di Pabrik Gula Madukismo memang terdapat sebagian produk gula cacat atau belum sesuai target. Pada periode 27 Mei 2021 sampai dengan 23 Oktober 2021, jumlah produk gula yang tidak sesuai target di Pabrik Gula Madukismo sebanyak 20,04 %. Persentase produk cacat supaya diminimalkan agar dapat meningkatkan kepuasan konsumen dengan menyediakan produk yang berkualitas. Produk cacat perlu diminimalisir karena menyebabkan biaya produksi menjadi lebih besar karena harus mengolah produk gula yang cacat. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk proses pengolahan produk cacat juga memakan waktu yang lama. Belum lagi apabila terdapat produk cacat yang baru diketahui setelah musim giling selesai yang mengakibatkan produk tersebut sebelum diolah untuk diperbaiki harus disimpan terlebih dahulu sampai musim giling selanjutnya. Hal tersebut berpengaruh pada penurunan tingkat kualitas gula. Maka dari itu diperlukan pengendalian kualitas produk untuk meminimalkan produk cacat dan usulan perbaikan proses untuk mencegah

terjadinya produk cacat. Kualitas merupakan hasil perbaikan secara terus menerus untuk menyediakan produk sesuai dengan harapan ataupun sesuai keinginan dan kebutuhan pelanggan (Nailah et al., 2014).

Six sigma merupakan salah satu alat pengendalian kualitas yang berfokus pada minimasi variasi proses (Didiharyono et al., 2018; Rohimudin et al., 2016) untuk mengurangi kecacatan produksi dengan teknik analisis statistik (Manan et al., 2018). Pengendalian kualitas dapat memperbaiki proses produksi sehingga lebih efisien dan mampu meningkatkan kepuasan konsumen (Elmas & Syarif, 2017)

Pangestu & Fahma (2019) dalam penelitiannya mampu mengimplementasikan metode six sigma untuk menurunkan tingkat *defect* dan mensimulasikan perbaikan dengan menggunakan Simulasi Monte Carlo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap keberhasilan dalam perbaikan kualitas membawa dampak positif bagi perusahaan melalui peningkatan indeks kapabilitas proses. Penelitian ini bertujuan untuk memperkuat penelitian Pangestu & Fahma (2019), dimana metode Six Sigma dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produk melalui tindakan yang dapat mengurangi ataupun mencegah risiko mode kegagalan penyebab produk cacat terjadi.

Penelitian ini memperbaiki hasil penelitian Saputri et al. (2022), dimana penelitian hanya sampai pada tahapan menentukan penyebab kecacatan dan saran secara umum tanpa adanya analisis penyebab kecacatan yang perlu diprioritaskan untuk diperbaiki. Sedangkan penelitian ini sudah dilengkapi dengan tahapan kontrol untuk mengevaluasi proses produksi setelah diterapkan usulan perbaikan pengendalian kualitas.

Penelitian ini akan menganalisis terkait penyebab kecacatan produk berdasarkan proses produksinya sehingga dapat diperoleh usulan perbaikan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas yang telah dilakukan diharapkan dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, meminimalkan produk cacat, menghemat biaya, menghemat waktu proses produksi, meningkatkan penjualan serta dapat bersaing dengan kompetitor lain.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian berfokus pada upaya pengendalian proses produksi gula pasir untuk meminimalkan tingkat cacat yang terjadi. Penelitian ini menggunakan metode six sigma untuk menganalisa kegagalan proses produksi melalui lima tahapan yaitu tahap *define*, *measure*, *analyze*, *improve* dan *control*.

2.1. Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan langkah identifikasi target peningkatan kualitas proses berdasarkan keputusan strategis perusahaan (Hidayat, 2007). Pada tahap *define* dilakukan identifikasi alur proses produksi gula menggunakan diagram SIPOC. Pada diagram SIPOC diidentifikasi terkait beberapa hal seperti *supplier*, *input*, *process*, *output* dan *customer* di PT Madubar PG Madukismo.

2.2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* bertujuan untuk mengukur tingkat kemampuan proses produksi sesuai dengan dengan yang telah direncanakan. Langkah pertama adalah pembuatan peta kendali Laney P yang berfungsi untuk mengetahui proses pengendalian produksi yang telah dilakukan berdasarkan jumlah produksi dan jumlah cacat yang terjadi (Kurnianto et al., 2021). Langkah selanjutnya adalah penentuan CTQ (*Critical To Quality*) berdasarkan *voice of customer* dan standar spesifikasi perusahaan (Ahmad, 2019). Langkah pengolahan selanjutnya adalah pemetaan persentase cacat dengan diagram pareto, perhitungan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan nilai six sigma. DPMO merupakan suatu parameter yang menentukan baik buruknya kualitas proses yang berkaitan dengan produk cacat, biaya yang dikeluarkan, dan waktu yang terbuang (Nailah et al., 2014). Hasil dari nilai DPMO tersebut kemudian dikonversikan menjadi nilai sigma. Pengukuran nilai sigma mempunyai tujuan untuk mengetahui kemampuan perusahaan mengendalikan proses produk melalui nilai sigma yang diperoleh. Nilai sigma tersebut sebagai dasar keputusan manajemen dalam melakukan tindakan perbaikan yang dilakukan (Nelfiyanti et al., 2018). Rentang nilai sigma adalah 1 sampai 6, dimana semakin tinggi nilai sigma maka kualitas produksi perusahaan semakin baik.

2.3. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan proses identifikasi faktor penyebab cacat dengan menggunakan diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* merupakan alat untuk mengidentifikasi suatu permasalahan dengan cara mencari akibat dari suatu permasalahan beserta berbagai penyebabnya (Bahauddin & Arya, 2020). Diagram *fishbone* mengidentifikasi penyebab cacat berdasarkan faktor *man*, *material*, *machine*, *method* dan *environment*.

2.4. Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan langkah

perbaikan berdasarkan identifikasi mode kegagalan proses produksi dan penyebabnya. Identifikasi dilakukan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), yang mampu untuk mencegah kemungkinan cacat yang akan terjadi dan memilih tindakan yang tepat sesuai dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh (Puspitasari et al., 2017). Perhitungan nilai RPN pada setiap mode kegagalan dilakukan dengan berdiskusi kepada karyawan bagian proses produksi gula. Mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi dijadikan sebagai prioritas kegagalan yang perlu segera diperbaiki.

2.5. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap evaluasi hasil perbaikan dan standar level kerja baru untuk menjaga pengendalian kualitas produk yang telah diperoleh (Fitria & Novita, 2020). Pada tahap *control* dilakukan perumusan standar perbaikan yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas produksi. Perbaikan difokuskan pada mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi. Selanjutnya dapat diperoleh nilai perkiraan peningkatan six sigma apabila usulan perbaikan dapat dilakukan dengan tepat sasaran. Selain itu, pada tahap *control* juga dilakukan pengawasan mengenai implementasi dari tindakan yang disarankan pada tahap *improve*. Data yang digunakan dalam setiap tahap metode six sigma tersebut menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi di lapangan, wawancara, dan diskusi kepada karyawan PT Madubar PG Madukismo bagian divisi *quality control*, pabrikasi, dan pemasaran. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan yang berkaitan dengan standar mutu produk gula, jumlah produk *defect* dan jumlah produksi gula.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahap *Define*

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Customer*) pada PT Madubar PG Madukismo merupakan proses yang menggambarkan kegiatan produksi gula pasir mulai dari *supplier* sampai *customer* (Gambar 1). *Supplier* di PT Madubar PG Madukismo adalah pihak yang menyediakan bahan untuk proses produksi gula, yaitu petani, *supplier* bahan pembantu, *supplier* kayu, dan *supplier* kemasan. Petani menyediakan bahan baku tebu untuk diolah. Selain tebu dari petani, PT Madubar PG Madukismo juga menyediakan bahan baku tebu dari kebun milik pabrik yang sebelumnya sudah ditanam. *Supplier* bahan pembantu menyediakan bahan pembantu

dalam proses produksi gula yaitu kapur, asam fosfat, flokulan, fondan, dan soda api. *Supplier* kayu menyediakan kayu sebagai bahan bakar pembantu untuk pemanasan pada ketel. *Supplier* kemasan menyediakan karung untuk tempat pengemasan gula. Selanjutnya, bahan-bahan dari *supplier* tersebut yang meliputi tebu, kapur, asam fosfat, kayu, flokulan, fondan, soda api, dan karung dijadikan sebagai input proses produksi gula di PT Madubar PG Madukismo.

Proses produksi gula di PT Madubar PG Madukismo dimulai dengan proses pemerahan dan penggilingan tebu untuk menghasilkan nira. Nira yang dihasilkan akan diolah dengan proses pemurnian untuk mendapatkan nira yang sesuai dengan standar yaitu nira yang bersih dari kotoran-kotoran yang sebelumnya terkandung pada nira sehingga kemurnian nira menjadi tinggi. Proses selanjutnya adalah proses penguapan untuk menguapkan air yang terdapat pada nira sehingga dihasilkan nira kental. Nira kental selanjutnya dilakukan proses kristalisasi untuk menghasilkan kristal gula. Kristal gula tersebut masih mengandung *stroop* (larutan). Pemisahan kristal gula dan *stroop* dilakukan proses puteran menggunakan alat sentrifugal. Kristal gula hasil proses puteran selanjutnya diolah ke proses pengeringan dan penyaringan untuk memastikan kristal gula benar-benar kering dan ukuran kristal gula sesuai standar. Proses terakhir dari produksi gula adalah proses pengemasan. Gula dikemas menggunakan karung dengan ukuran 50 kg dan disimpan di gudang penyimpanan yang nantinya akan didistribusikan ke *customer*. *Customer* paling banyak adalah pihak swalayan baik dari dalam kota maupun luar kota.

Berdasarkan hasil observasi di Pabrik Gula Madukismo pada periode 27 Mei 2021 sampai

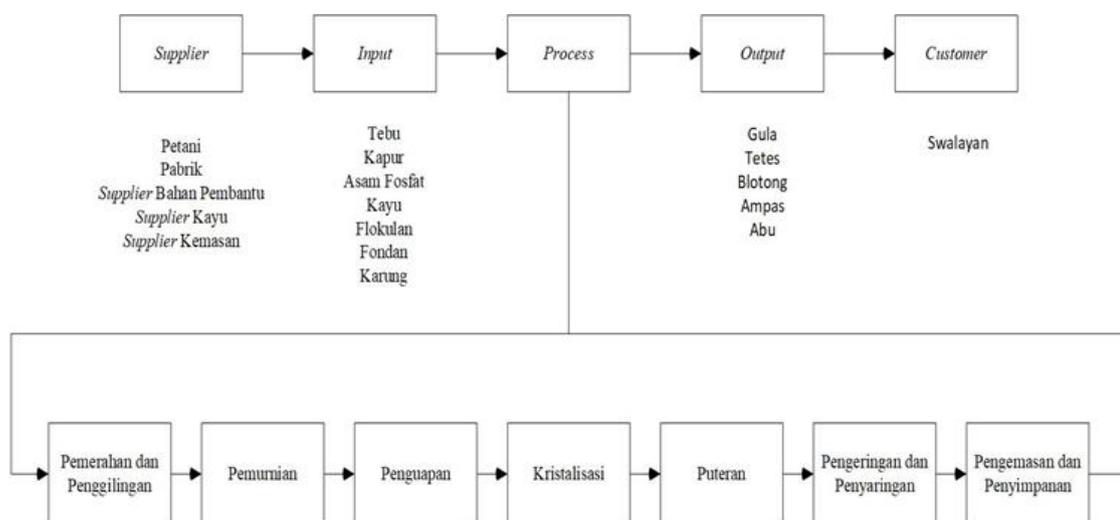
dengan 23 Oktober 2021, ditemukan sebagian produk gula cacat atau belum sesuai target. Jumlah produksi dan jumlah produk cacat Pabrik Gula Madukismo pada periode 27 Mei 2021 sampai dengan 23 Oktober 2021 (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Produk Cacat Gula

No	Periode	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat
1	Mei	2575	2073
2	Juli	12426	2149
3	Agustus	7754	1857
4	September	1566	78
5	Oktober	11200	962
Total		35521	7119

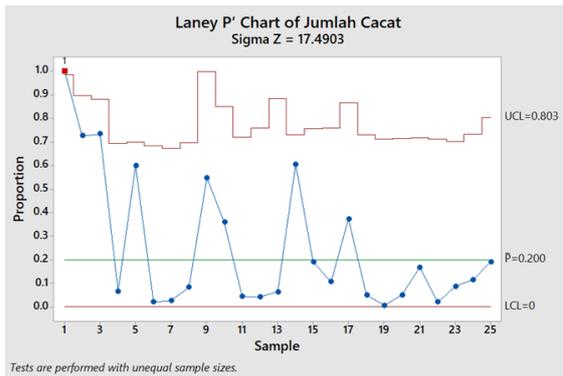
3.2. Tahap Measure

Langkah pertama pada tahap *measure* adalah mendiagnosis data produk cacat untuk mengetahui apakah terdapat *overdispersion* dan *underdispersion* pada data. Berdasarkan hasil diagnosis peta kendali P dengan distribusi binomial diperoleh bahwa data produk cacat yang digunakan mengalami *overdispersion*. *Overdispersion* adalah kondisi dimana variasi data yang berada di luar batas kendali terlalu banyak dari yang diharapkan berdasarkan distribusi binomial atau distribusi poisson untuk produk cacat (Saghir & Lin, 2015). *Overdispersion* menyebabkan data terlihat tidak normal dan tidak terkendali padahal pada kenyataannya tidak demikian. Maka dari itu, digunakan peta kendali *Laney P' Chart* agar pengolahan data yang mengalami *overdispersion* lebih akurat. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan tabulasi *Laney P' Chart*, untuk mengetahui data yang berada di luar batas kendali.

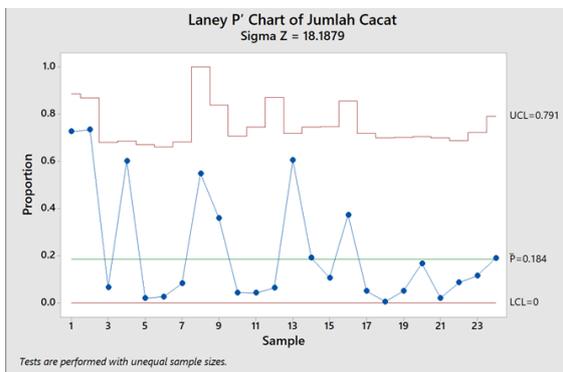


Gambar 1. Diagram SIPOC PT Madubar PG Madukismo

Berdasarkan grafik *Laney P' Chart* jumlah defect dapat diketahui bahwa dari 25 data yang telah diolah, terdapat satu data yang berada di luar batas kendali (**Gambar 2**). Data yang berada di luar batas kendali adalah data pertama yaitu data pada tanggal 27 Mei 2021. Maka dari itu, perlu dilakukan eliminasi pada data tersebut untuk mengendalikan proses produksi. Eliminasi data yang berada di luar batas kendali dilakukan dengan cara melakukan perbaikan pertama pada produk cacat.



Gambar 2. Grafik *Laney P' Chart* Jumlah Defect Sebelum Perbaikan



Gambar 3. Grafik *Laney P' Chart* Perbaikan

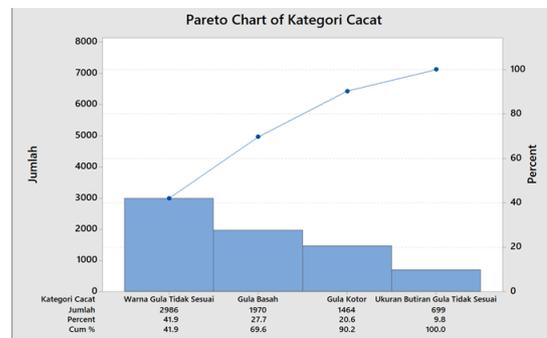
Berdasarkan grafik *Laney P' Chart* setelah perbaikan pertama, dapat diketahui bahwa tidak ada data yang berada di luar batas kendali (**Gambar 3**). Hal ini berarti proses produksi sudah terkendali. Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi *critical to quality* (CTQ) dari PT Madubar PG Madukismo (**Tabel 2**). CTQ ini dijadikan acuan dalam menentukan kriteria kualitas produk perusahaan.

Langkah selanjutnya adalah perhitungan jumlah produk cacat pada setiap kategori di PT Madubar PG Madukismo menggunakan diagram pareto. Pada diagram pareto diperoleh urutan persentase cacat pada setiap kategori cacat produk gula dari yang terbesar sampai terkecil adalah warna gula tidak sesuai, gula

basah, gula kotor, dan ukuran butiran gula tidak sesuai dengan persentase cacat masing-masing kategori sebesar 41,9 %, 27,7 %, 20,6 %, dan 9,8 % (**Gambar 4**). Penelitian diprioritaskan pada pengendalian kualitas produk gula dengan jenis cacat warna gula tidak sesuai. Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai DPMO dengan nilai rata-rata sebesar 62674,52. Hal tersebut artinya setiap satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 62674,52 kemungkinan pada proses yang dapat menimbulkan kecacatan. Nilai DPMO tersebut termasuk ke dalam tingkat kemungkinan cacat yang sedang namun perlu dilakukan penurunan sehingga dapat meningkatkan kualitas produksi.

Tabel 2. CTQ Gula

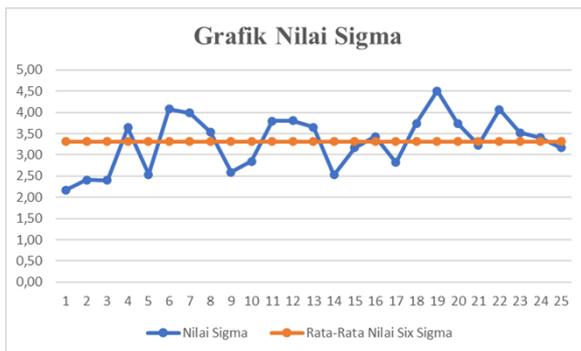
No	CTQ	Keterangan
1.	Gula Basah / Nyemek	Cacat gula karena gula masih mengandung larutan. Gula yang meleleh / ninis tergolong ke dalam kelompok ini.
2.	Gula Kotor	Cacat pada gula karena gula tercampur dengan kotoran seperti debu, kerak pipa, dll.
3.	Warna gula tidak sesuai	Cacat gula karena gula memiliki warna yang tidak sesuai dengan standar gula di PG Madukismo yang memiliki warna putih agak kekuningan.
4.	Ukuran butiran gula tidak sesuai	Cacat gula karena ukuran kristal gula (BJB) tidak sesuai standar gula di PG Madukismo. Standar ukuran butiran gula di PT Madubar PG Madukismo adalah 0,8 mm - 1,2 mm.



Gambar 4. Diagram Pareto Produk Cacat

Tahapan terakhir dari *measure* yaitu menghitung nilai sigma. Nilai rata-rata sigma pada

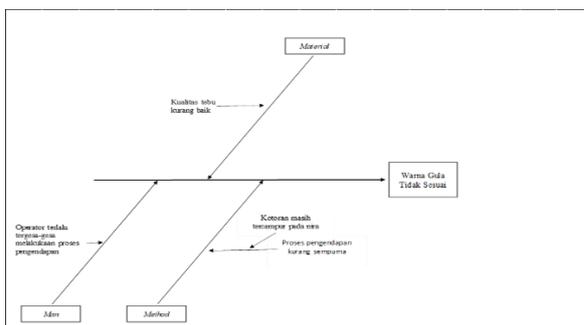
PT Madubaru PG Madukismo adalah 3,31 (Gambar 5). Nilai tersebut masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan rentang nilai sigma sampai 6. Hal ini dapat berdampak pada pemborosan biaya produksi dan waktu proses produksi sehingga dapat membebani perusahaan. Berdasarkan nilai sigma di PT Madubaru PG Madukismo, data belum konsisten karena masih terjadi fluktuasi naik dan turun sehingga memerlukan upaya perbaikan pengendalian kualitas produksi gula untuk mengurangi nilai DPMO dan meningkatkan nilai sigma



Gambar 5. Grafik Nilai Sigma

3.3. Tahap Analyze

Pada tahap ini terkait dengan identifikasi dan analisa penyebab terjadinya cacat gula. Identifikasi penyebab produk gula cacat menggunakan diagram *fishbone* yang menganalisa penyebab produk cacat berdasarkan faktor *man* (manusia), *machine* (mesin), *material* (bahan baku), *method* (metode), dan *environment* (lingkungan). Hasil diagram *fishbone* penyebab produk *defect* pada kategori cacat paling banyak yaitu warna gula tidak sesuai (Gambar 6).



Gambar 6. Fishbone Diagram Kategori Warna Gula Tidak Sesuai

3.4. Tahap Improve

Tahap *improve* digunakan metode FMEA untuk mengetahui mode kegagalan potensial penyebab produk gula yang cacat karena warna

gula tidak sesuai. Pada metode FMEA ini terdapat penilaian *risk priority number* (RPN) untuk menentukan prioritas mode kegagalan mana yang harus diperbaiki. Terdapat 15 mode kegagalan dan 18 penyebab potensial produk gula cacat karena warna gula tidak sesuai yang terdeteksi pada proses produksi gula di PT Madubaru PG Madukismo (Tabel 3). Setiap penyebab potensial tersebut dinilai berdasarkan tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* dan dihitung nilai RPN dengan cara mengalikan *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan, *occurrence* adalah kemungkinan penyebab akan terjadi dan menghasilkan kegagalan selama penggunaan produk, dan *detection* adalah kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan dapat terjadi (Anthony, 2018).

Berdasarkan perhitungan nilai RPN pada semua penyebab kegagalan potensial dan mode kegagalan, diperoleh bahwa nilai RPN tertinggi adalah pada mode kegagalan kualitas tebu tidak sesuai standar. Persentase mode kegagalan kualitas tebu tidak sesuai standar tersebut dibandingkan mode kegagalan lain adalah sebesar 26%. Kegagalan tersebut terletak pada proses awal dalam produksi gula yaitu pada saat pengecekan kualitas tebu sebelum digiling. Maka dari itu, mode kegagalan ini menjadi prioritas perbaikan kualitas produk gula di PT Madubaru PG Madukismo. Tindakan yang disarankan untuk dilakukan perusahaan dalam mencegah terjadinya mode kegagalan tersebut adalah dengan meningkatkan pengecekan kualitas tebu baik dari segi kandungan maupun fisiknya dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan tebu sebelum digiling. Tidak hanya itu, tindakan yang dapat dilakukan untuk mengatasi mode kegagalan karena kualitas tebu yang tidak sesuai standar adalah dengan memberikan konsultasi dan program budidaya tanaman tebu yang tepat kepada petani. Dengan adanya konsultasi dan program budidaya tanaman tebu yang tepat diharapkan petani dapat menghasilkan tebu yang berkualitas. Dari hasil perhitungan, diperkirakan apabila usulan perbaikan pada mode kegagalan kualitas tebu tidak sesuai standar dilakukan dengan tepat akan menghasilkan peningkatan nilai six sigma menjadi 4,48.

Tindakan lain yang dapat dilakukan untuk perbaikan pengendalian kualitas produksi gula adalah menentukan jumlah batas maksimal proporsi cacat. Dengan mengetahui apakah proporsi produk cacat berada pada batas kendali atau tidak, akan mempermudah pemantauan dan pengendalian produk cacat. Apabila proporsi produk cacat diluar batas kendali, maka segera dilakukan langkah perbaikan

Tabel 3. Penilaian RPN Metode FMEA

Deskripsi Proses	Mode Kegagalan	Penyebab Potensial	Nilai			RPN	Tindakan yang Disarankan
			S	O	D		
Pemerahan dan Penggilingan Tebu	Kualitas tebu tidak sesuai standar	Tebu dari <i>supplier</i> kurang baik mutunya	7	8	3	168	Meningkatkan pengecekan kualitas tebu, meningkatkan ketelitian pembersihan tebu, dan melakukan budidaya tumbuhan tebu yang tepat.
Pemurnian	Kesalahan penambahan flokulan (bahan untuk mengikat kotoran)	Penambahan flokulan hanya berdasarkan persepsi operator	5	4	3	60	Menentukan takaran flokulan yang tepat
Pemasakan atau Puteran	Nira masakan terlalu lengket	Volume masakan berlebihan dan operator terlalu tergesa-gesa dalam melakukan proses masakan	5	4	2	40	Melakukan pengawasan proses produksi dan menambah kapasitas mesin
	Proses puteran kurang sempurna	Settingan <i>timer</i> puteran terlalu kecil	7	4	2	56	Memastikan settingan <i>timer</i> puteran sudah sesuai SOP
	Masakan <i>Overhead</i>	Setting mesin masak-an kurang tepat	8	3	1	24	Melakukan pengawasan proses produksi dan memastikan <i>setting</i> mesin masakan sudah sesuai SOP
Penguapan	Gula tercampur dengan stroop	Saringan diputeran bocor	7	4	1	28	Melakukan pengecekan mesin secara rutin dan teliti
	<i>Supply</i> uap mesin <i>boiler</i> kurang	Bahan bakar mesin <i>boiler</i> kurang	8	3	1	24	Menyediakan cadangan persediaan bahan bakar mesin boiler yang cukup
Kristalisasi	Ukuran butiran gula tidak rata	Jumlah penambahan FCS (<i>Fine Crystal Sucrose</i>) tidak tepat	5	4	2	40	Memastikan jumlah penambahan FCS yang tepat berdasarkan SOP.
Pemasakan atau Puteran	Gula masih mengandung larutan	Penambahan stroop terlalu banyak	3	3	3	27	Melakukan pengawasan proses produksi dan memastikan penambahan stroop sesuai SOP.
Pengeringan	Pengeringan kurang sempurna	Mesin pengeringan tidak bekerja optimal	4	4	2	32	Melakukan <i>maintenance</i> mesin secara rutin dan teliti.
		Sirkulasi mesin pengeringan terhalang oleh kotoran	2	4	2	16	Melakukan pembersihan mesin secara rutin dan teliti serta membuat jadwal pembersihan setiap mesin
		Setting mesin <i>blower</i> kurang tepat	3	4	1	12	Memastikan settingan mesin <i>blower</i> sudah sesuai SOP.
Pengemasan dan Penyimpanan	Gula tercampur dengan kotoran	Kotoran atau debu dari silo gudang tercampur ke dalam gula	8	3	1	24	Melakukan pengecekan dan pembersihan silo gudang secara rutin dan teliti.
Semua Proses Produksi Gula Pengemasan dan Penyimpanan	Gula tercampur dengan kotoran	Kerak pipa tercampur dengan gula	8	3	1	24	Melakukan pengecekan dan pembersihan pipa-pipa secara rutin dan teliti.
		Gula mengandung air	Tempat penyimpanan gula bocor sehingga ketika hujan air dapat masuk ke tempat penyimpanan gula	8	3	1	24
Semua Proses Produksi Gula	Proses pengolahan gula basah kurang sempurna	Operator terlalu tergesa-gesa sehingga dalam melakukan proses produksi kurang teliti. Hal ini karena operator mengejar target produksi.	5	4	1	20	Memberikan instruksi kepada operator untuk menghasilkan produksi gula yang banyak dengan kualitas gula yang baik. Selain itu, melakukan pengawasan pada setiap proses produksi gula.
Semua Proses Produksi Gula	Kesalahan proses produksi	Terjadinya miskomunikasi antara operator	5	2	1	10	Melakukan pelatihan kepada operator dan sosialisasi terkait SOP serta menyediakan alat bantu untuk mempermudah komunikasi
Penyimpanan	Gula leleh	Suhu tempat penyimpanan gula terlalu panas	8	2	1	16	Melakukan pengecekan suhu dan menyediakan ventilasi yang cukup

3.5. Tahap Control

Pada tahap *control* dilakukan implementasi dari tindakan perbaikan, kemudian dievaluasi apakah tindakan tersebut sudah efektif dalam meningkatkan pengendalian produksi perusahaan. Tindakan perbaikan tersebut dikatakan sudah efektif apabila nilai sigma yang dihasilkan lebih besar dari pada nilai sigma sebelum menerapkan tindakan perbaikan. Apabila tindakan perbaikan tersebut sudah efektif maka dibuat Standar Operasional Prosedur (SOP) dan diinformasikan kepada seluruh *stakeholder* di PT Madubaru PG Madukismo. Apabila tindakan perbaikan tersebut belum efektif maka dilakukan evaluasi lagi dan perumusan tindakan perbaikan baru yang lebih baik. Selain berupaya dalam melakukan tindakan perbaikan pengendalian kualitas produksi, pengawasan proses produksi juga perlu ditingkatkan untuk menganalisis apakah tindakan pengendalian kualitas produksi gula yang dilakukan masih dapat dilakukan atau perlu diganti dan dikembangkan menjadi lebih baik.

Penelitian yang dilakukan Fernando & Mustafa (2017) terkait pengendalian kualitas dengan metode six sigma menunjukkan bahwa penyebab kecacatan gula terjadi pada proses masakan karena tekanan pada mesin vacuum tidak stabil. Berbeda dengan penelitian ini, di mana penyebab paling dominan produk gula cacat terjadi pada proses awal yaitu proses pemerahan dan penggilingan tebu. Kecacatan produk gula disebabkan karena tebu yang akan digiling memiliki kualitas yang kurang baik.

4. KESIMPULAN

Jenis produk cacat di PT Madubaru PG Madukismo adalah gula basah, gula kotor, warna gula tidak sesuai, dan ukuran butiran gula tidak sesuai. Persentase produk cacat yang paling banyak dan diprioritaskan untuk ditangani adalah cacat jenis wana gula tidak sesuai dengan persentase sebesar 42%. Nilai RPN paling tinggi adalah pada mode kegagalan kualitas tebu tidak sesuai standar yaitu dengan nilai RPN sebesar 168. Mode kegagalan tersebut disebabkan karena mutu tebu dari *supplier* kurang baik. Tindakan yang disarankan untuk memperbaiki pengendalian kualitas produksi gula adalah meningkatkan pengecekan kualitas tebu baik dari segi kandungan maupun fisiknya dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan tebu sebelum digiling. Konsultasi dan program budidaya tanaman tebu yang tepat juga perlu diberikan kepada petani agar dapat dihasilkan tebu yang berkualitas baik. Apabila usulan perbaikan ini dilakukan dengan tepat sasaran maka diperkirakan nilai six sigma akan meningkat menjadi 4,48. Tindakan lain yang

dapat dilakukan untuk meningkatkan pengendalian kualitas produksi gula dan meminimalkan produk cacat adalah menentukan jumlah batas maksimal proporsi cacat. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan identifikasi permasalahan kualitas pada *supplier* tebu. Hal ini karena masalah tersebut merupakan penyebab produk cacat paling dominan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. (2019). Six sigma dmaic sebagai metode pengendalian kualitas produk kursi pada ukm. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 6(1), 11–17. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/4061>
- Anthony, M. B. (2018). Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.30656/intech.v4i1.851>
- Bahauddin, A., & Arya, V. (2020). Pengendalian kualitas produk tepung kemasan 20 kg menggunakan metode six sigma (Studi kasus pada PT. XYZ). *Journal Industrial Servicess*, 6(1), 66–77. <https://doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9480>
- Didiharyono, D., Marsal, M., & Bakhtiar, B. (2018). Analisis pengendalian kualitas produksi dengan metode six-sigma pada industri air minum PT Asera Tirta Posidonia, Kota Palopo. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(2), 163–176. <https://ojs.unm.ac.id/sainsmat/article/view/7370>
- Elmas, H., & Syarif, M. (2017). Pengendalian kualitas dengan menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) untuk meminimumkan produk gagal pada toko roti barokah bakery. *Wiga: Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi*, 7(1), 15–22. <https://doi.org/10.30741/wiga.v7i1.330>
- Fernando, J., & Mustafa, K. (2017). Analisa Pengendalian Kualitas Mutu Gula Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Di PTPN II Pabrik Kwala Madu Stabat. *JIME*, 1(1), 28–33. <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jime/article/view/1222>
- Fitria, S. M., & Novita, N. (2020). Six Sigma Sebagai Strategi Bisnis Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk. *Jati: Jurnal Akuntansi Terapan Indonesia*, 3(1), 1–14. <https://doi.org/10.18196/jati.030121>

- Hidayat, A. (2007). *Strategi Six Sigma*. Elex Media Komputindo.
<https://books.google.co.id/books?id=ll53jxvNoCwC>
- Kurnianto, D. K., Setyanto, I. R. H., & Si, M. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma di PT. ZYX. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2021*, 1–12.
<https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/IDEC2021/PROSIDING/LSK/ID059.pdf>
- Kurniasari, R. I., Darwant, D. H., & Widodo, S. (2015). Permintaan Gula Kristal Mentah Indonesia. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 18(1), 24–30.
<https://doi.org/10.22146/ipas.6173>
- Manan, A., Handika, F. S., & Nalhadi, A. (2018). Usulan Pengendalian Kualitas Produksi Benang Carded dengan Metode Six Sigma. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1), 38–44.
<https://doi.org/10.30656/intech.v4i1.856>
- Nailah, N., Harsono, A., & LIANSARI, G. P. (2014). Usulan Perbaikan Untuk Mengurangi Jumlah Cacat pada Produk Sandal Eiger S-101 Lightspeed dengan Menggunakan Metode Six Sigma. *Reka Integra*, 2(2), 256–267.
<https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/427>
- Nelfiyanti, N., Rani, A. M., & Fauzi, A. (2018). Implementasi Six Sigma untuk Perbaikan Kualitas Produk Kiwi Paste Berdasarkan Keluhan Pelanggan. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 2(1), 41–50.
<https://doi.org/10.30656/jsmi.v2i1.609>
- Pangestu, P., & Fahma, F. (2019). Implementasi Six Sigma dalam Peningkatan Kualitas Proses Produksi LED TV di PT Sharp Electronics Indonesia. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 17(2), 152–164.
<https://doi.org/10.20961/performa.17.2.30178>
- Puspitasari, N. B., Arianie, G. P., & Wicaksono, P. A. (2017). Analisis identifikasi masalah dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis (fmea) dan risk priority number (rpn) pada sub assembly line (studi kasus: pt. toyota motor manufacturing indonesia). *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 77–84.
<https://doi.org/10.14710/jati.12.2.77-84>
- Rohimudin, R., Dwiputra, G. A., & Supriyadi, S. (2016). Analisis Defect pada Hasil Pengelasan Plate Konstruksi Baja dengan Metode Six Sigma. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 2(1), 1–10.
<https://ejournal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/857>
- Saghir, A., & Lin, Z. (2015). Control Charts for Dispersed Count Data: An Overview. *Quality and Reliability Engineering International*, 31(5), 725–739.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/qre.1642>
- Saputri, R., Vitasari, P., & Adriantantri, E. (2022). Identifikasi Timbulnya Produk Cacat Dengan Metode CTQ dan DPMO Pada Home Industry Keripik Tempe Sari Rasa. *Jurnal Valtech*, 5(1), 94–100.
<https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/4518>
- Solomon, S. (2011). The Indian Sugar Industry: An Overview. *Sugar Tech*, 13(4), 255–265.
<https://doi.org/10.1007/s12355-011-0115-z>