

**ANALISIS DAN PERBAIKAN TINGKAT KEMAMPUAN PROSES
PRODUKSI GULA PASIR DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA
(Studi kasus Di PG Mojo Sragen)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Ikhsan Arfianto
No. Mahasiswa : 19522341

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 3 juni 2023



(Ikhsan Arfianto)

SURAT BUKTI PENELITIAN

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Giri Setiawan S.T

Jabatan : Pjs. Manager PG Mojo Sragen

Dengan ini menerangkan bahwa dibawah ini :

Nama : Ikhsan Arfianto

NIM : 19522341

Jurusan : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Universitas : Universitas islam Indonesia

Telah selesai melakukan penelitian di Pabrik Gula Mojo Sragen untuk memperoleh data dalam rangka penyusunan Tugas Akhir yang berjudul " ANALISIS DAN PERBAIKAN TINGKAT KEMAMPUAN PROSES PRODUKSI GULA PASIR DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA (Studi kasus Di PG Mojo Sragen)". Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk digunakan seperlunya.

Sragen, 20 Maret 2023

PT PERKEBUNGAN NUSANTARA IX


GIRI SETIAWAN
Pjs. Manager

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS DAN PERBAIKAN TINGKAT KEMAMPUAN PROSES
PRODUKSI GULA PASIR DENGAN METODE SIX SIGMA DAN
FMEA**

(Studi kasus Di PG Mojo Sragen)



Yogyakarta, 23 Mei 2023

(IR. Hartomo, M.SC.,PH.D. IPU., ASEAN.ENG)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS DAN PERBAIKAN TINGKAT KEMAMPUAN PROSES PRODUKSI
GULA PASIR DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA
(Studi kasus Di PG Mojo Sragen)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ikhsan Arfianto

No. Mahasiswa : 19522341

**Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Yogyakarta, 23 Mei 2023

Tim Penguji

IR. Hartomo, M.SC.,PH.D

Ketua

Nama dan gelar anggota penguji 1

Anggota I

Nama dan gelar anggota penguji 2

Anggota II

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

NIP. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang maha atas segalanya, yang selalu melapangkan dan memberikan jalan di saat saya menemukan kesulitan dalam hidup, yang selalu memberikan pertolongan hingga detik ini.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta. Terima kasih Bapak dan Ibu atas segala dukungan, nasihat, dan kasih sayang serta do'a yang selalu dipanjatkan agar anakmu ini selalu diberikan kemudahan dan juga kelancaran dalam segala urusan.

Terima kasih juga kepada orang-orang yang menyayangi saya, saudara, teman dan sahabat perjuangan yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta mendampingi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Ketahuilah bahwa sesungguhnya dunia itu terlaknat dan terlaknat pula isinya kecuali berdzikir kepada Allah dan ketaatan kepada-Nya, orang berilmu, dan orang yang belajar”

(HR. At-Tirmidzi no. 2322).

“Barangsiapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barangsiapa menginginkan akhirat hendaklah ia menguasai ilmu, dan barangsiapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat) hendaklah ia menguasai ilmu,”

(HR Ahmad)

“Mukmin yang kuat lebih dicintai oleh Allah dari mukmin yang lemah, pada keduanya ada kebaikan, bersemangatlah kamu terhadap apa-apa yang bermanfaat bagi kamu, dan mohonlah pertolongan pada Allah dan jangan merasa lemah!”

(HR. Muslim no. 2664)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim

Assalamu'allaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan nikmatNya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Agung Muhammad SAW yang telah memberi petunjuk untuk keluar dari kegelapan menuju masa yang terang benderang untuk menggapai Ridho Allah SWT.

Penelitian tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Tugas akhir ini bertujuan untuk menyelaraskan ilmu yang telah diperoleh selama masa perkuliahan dengan realita di dunia kerja atau industri. Harapannya, penulis mampu menerapkan ilmu Teknik Industri yang telah diperoleh dengan baik dan dapat dipertanggung jawabkan.

Pelaksanaan penelitian tugas akhir yang dilakukan di Pabrik Gula (PG) Mojo Sragen serta dalam penyusunan laporan tugas akhir, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada :

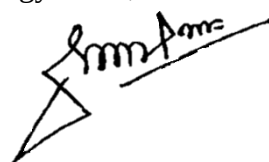
1. Bapak Hari Purnomo, Prof. Dr., Ir., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D. IPU., ASEAN. Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah membuka wawasan dalam bidang akademik dan non-akademik.

6. Pabrik Gula (PG) Mojo Sragen yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk memudahkan penulis dalam melakukan penelitian tugas akhir.
7. Bapak Giri Setiawan, S.T. selaku Pjs Manager di PG Mojo Sragen
8. Bapak Lilik Agung Prabowo, S.TP. selaku Askep Pengolahan
9. Bapak Hari Purnomo, S.H. selaku Asisten SDM dan umum
10. Bapak Vivien Setio A, S.T. selaku pembina selama penulis melaksanakan Penelitian di PG Mojo Sragen
11. Orang tua, keluarga, saudara, dan sahabat seperjuangan atas dukungan dan doa untuk kesuksesan penulis.
12. Teman-teman Teknik Industri Angkatan 2019 atas kebersamaannya menjalani perkuliahan selama kurang lebih 4 tahun ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Aamiin.

Wassalamu'allaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 3 Juni 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ikhsan Arfianto', with a stylized flourish at the end.

(Ikhsan Arfianto)

ABSTRAK

Pabrik Gula Mojo merupakan perusahaan yang bergerak pada Industri Gula Kristal putih yang terletak di Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Dalam melaksanakan proses produksinya Pabrik Gula Mojo sedang menghadapi suatu kendala yaitu masih banyaknya produk cacat yang terjadi. Produk cacat ini terjadi selama proses produksi gula kristal putih sedang berlangsung. Untuk mengurangi *deffect*, perusahaan perlu meningkatkan kemampuan proses produksinya. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui jenis cacat apa saja yang terjadi serta faktor – faktor yang menyebabkan cacat tersebut dan untuk mengetahui nilai kemampuan proses produksi dan menentukan spesifikasi perbaikan proses produksi gula kristal putih untuk meningkatkan kemampuan proses di Pabrik Gula Mojo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode six sigma dengan pendekatan DMAIC. Selain itu metode FMEA, *Fishbone diagram* dan 5W+1H juga digunakan dalam memberikan spesifikasi perbaikan. Hasil dari penelitian ini adalah jenis cacat yang terjadi yaitu cacat warna gula, cacat gula kerikil, cacat gula abu dan cacat *scrap sugar*, Sedangkan faktor penyebabnya yaitu faktor lingkungan, manusia, mesin dan material. Untuk tingkat kemampuan proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Mojo berada pada nilai sigma 4,13 yang berarti kemampuan proses pada Pabrik Gula Mojo masih jauh dari target six sigma yang harus dicapai yaitu sebesar 6 sigma. Oleh karena itu perusahaan disarankan untuk menerapkan spesifikasi perbaikan yang sudah diberikan agar kemampuan proses produksi dapat meningkat.

Kata Kunci : Six Sigma, DMAIC, *Fishbone Diagram*, FMEA, 5W1H

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1 Landasan Teori	29
2.1.1 Kualitas	29
2.1.2 Pengendalian Kualitas	31
2.1.3 Faktor-Faktor Mendasar Yang Mempengaruhi Kualitas Gula	33
2.1.4 Dimensi Kualitas	34
2.1.5 Six Sigma	34
2.1.6 Konsep Six Sigma	34
2.1.7 Strategi Pengembangan dan Peningkatan Kinerja Six Sigma dengan Menggunakan Metode DMAIC	35
2.1.8 Langkah-Langkah Six Sigma	36
2.1.9 Analisis Six Sigma Tingkat Lanjut	42
2.1.10 Metode Six Sigma	43
2.1.11 Alat-Alat Statistik Dalam Six Sigma	45
2.1.11.1 Lembar Pemeriksaan (<i>Check Sheet</i>)	45

2.1.11.2 Peta Kendali	45
2.1.11.3 Diagram Sebab Akibat	50
2.1.12 FMEA (<i>Failure Mode And Effects Analysis</i>)	51
BAB III METODE PENELITIAN.....	57
3.1 Objek Penelitian	57
3.2 Jenis data penelitian.....	57
3.3 Instrumen penelitian	57
3.4 Metode Pengumpulan data	58
3.5 Metode Pengolahan Data.....	58
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	65
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	67
4.1 Pengumpulan Data.....	76
4.1.1 Data Produksi	67
4.1.2 Data Produk Cacat.....	68
4.1.3 Penentuan Kebutuhan Konsumen (<i>Costumer Need</i>)	73
4.1.4 Penentuan Importance Rating.....	74
4.1.5 Menentukan Karakteristik Teknis dan Target Spesifikasi.....	74
4.2 Pengolahan Data	76
4.2.1 Tahap Define	76
4.2.1.1 Pembuatan Diagram SIPOC.....	76
4.2.2 Tahap Measure	77
4.2.2.1 Menentukan CTQ Potensial dan Diagram Pareto	78
4.2.2.2 Menghitung Nilai DPMO dan Nilai Sigma	79
4.2.3 Tahap Analyze.....	84
4.2.3.1 Penentuan Peta Kendali.....	84
4.2.3.2 Fishbone Diagram	87
4.2.3.3 FMEA (<i>Failure Mode And Effect Analysis</i>)	92
4.2.4 Tahap Improve.....	103
BAB V PEMBAHASAN	107
5.1 Analisis Jenis Cacat Gula Kristal Putih.....	107
5.2 Analisis Tingkat Kemampuan Proses Produksi Gula Kristal Putih	107
5.3 Analisis Faktor- Faktor Penyebab Terjadinya Cacat Gula Kristal Putih.....	108
5.4 Analisis Perbaikan Proses Produksi Gula Kristal Putih	112

BAB VI PENUTUP	123
6.1 Kesimpulan.....	123
6.2 Saran	126
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Studi Literatur</i>	6
Tabel 2. 2 Prinsip dasar program Six sigma	35
Tabel 2. 3 Sigma level	44
Tabel 2. 4 <i>Rating Severity</i>	53
Tabel 2. 5 <i>Rating Occurrence</i>	54
Tabel 2. 6 <i>Rating Detection</i>	55
Tabel 3. 1 <i>Kriteria Severity</i>	62
Tabel 3. 2 <i>Kriteria Occurance</i>	63
Tabel 3. 3 <i>Kriteria detection</i>	64
Tabel 4. 1 Data Produksi Gula	67
Tabel 4. 2 Data jumlah produk cacat	69
Tabel 4. 3 Atribut Kebutuhan Konsumen	72
Tabel 4. 4 Penentuan Importance Rating	73
Tabel 4. 5 Persyaratan Teknis	73
Tabel 4. 6 Persentase Jenis Cacat	76
Tabel 4. 7 Perhitungan DPMO dan Sigma	78
Tabel 4. 8 Perhitungan Batas Kendali	83
Tabel 4. 9 <i>Kriteria Severity</i>	89
Tabel 4. 10 <i>Kriteria Occurrence</i>	90
Tabel 4. 11 <i>Kriteria Detection</i>	90
Tabel 4. 12 Tabel RPN	91
Tabel 4. 13 Perhitungan FMEA Warna Gula	92
Tabel 4. 14 Perhitungan FMEA Gula kerikil	93
Tabel 4. 15 Perhitungan FMEA Gula Abu	95
Tabel 4. 16 Perhitungan FMEA <i>Scrap Sugar</i>	97
Tabel 4. 17 Rencana Tindakan Perbaikan	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram sebab akibat	40
Gambar 3. 1 <i>Fishbone</i> Diagram	61
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian	66
Gambar 4. 1 Proses produksi Gula.....	68
Gambar 4. 2 Warna Gula.....	70
Gambar 4. 3 Gula Kerikil.....	71
Gambar 4. 4 Gula Abu	71
Gambar 4. 5 <i>Srcap Sugar</i>	72
Gambar 4. 6 Diagram SIPOC produk gula kristal putih	75
Gambar 4. 7 Diagram Pareto.....	77
Gambar 4. 8 Grafik Nilai DPMO	80
Gambar 4. 9 Grafik Nilai Sigma	81
Gambar 4. 10 Grafik Peta Kontrol p	84
Gambar 4. 11 Diagram <i>Fishbone</i> Warna Gula.....	85
Gambar 4. 12 Diagram <i>Fishbone</i> Gula kerikil	86
Gambar 4. 13 Diagram <i>Fishbone</i> Gula Abu	87
Gambar 4. 14 Diagram <i>Fishbone Scrap Sugar</i>	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan komoditi penting bagi masyarakat Indonesia bahkan untuk dunia. Manfaat gula sendiri yaitu sebagai sumber kalori bagi masyarakat selain dari beras, jagung dan umbi-umbian yang menjadikan gula sebagai salah satu bahan makanan pokok (Yayan, 2013). Kebutuhan akan gula dari setiap negara tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan pokok, tetapi juga karena gula merupakan bahan pemanis utama yang digunakan sebagai bahan baku pada industri makanan dan minuman. Peranan gula semakin penting disebabkan oleh belum tersedianya bahan pemanis buatan yang mampu menggantikan keberadaan gula pasir. Kondisi geografis Indonesia yang cukup berpotensi untuk menghasilkan tanaman tebu menjadikan Indonesia sebagai negara yang berpotensi sebagai produsen gula terbesar di dunia (Meireni, 2006).

Berdasarkan data Asosiasi Gula Indonesia (AGI) dan Ikatan Ahli Gula Indonesia (IKAGI) yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) (2022), produksi gula kristal putih (GKP) atau gula pasir turun 4,52% pada 2020. Produksinya turun dari 2,2 juta ton pada tahun 2019 menjadi hanya 2,13 juta ton pada 2020. Sejak tahun 2017, produksi gula pasir di Indonesia mengalami tren yang fluktuatif. Tercatat pada 2017 produksi gula pasir sebesar 2,12 juta ton. Jumlah itu turun 44,8% menjadi 1,17 juta ton pada 2018. Setahun kemudian pada 2019, produksi gula pasir naik 89% menjadi 2,22 juta ton. Kemudian produksi gula pasir kembali turun pada tahun 2020. Penurunan produksi gula pasir pada 2020 belum mampu memenuhi kebutuhan konsumsi gula dalam negeri. Tercatat, produksi gula pasir tahun 2020 sebesar 2,13 juta ton. Artinya, neraca gula pasir Indonesia mengalami defisit sekitar 500 ribu ton. Konsumsi gula pasir yang tinggi tidak diiringi dengan produksi yang meningkat ini mengharuskan Indonesia melakukan impor gula dari berbagai negara. Tercatat, Impor gula terbesar Indonesia berasal dari Thailand sebanyak 2,03 juta ton, Brazil 1,55 juta ton, dan Australia 1,21 juta ton. Setahun kemudian pada tahun 2021, Produksi gula pasir naik 5,63% menjadi 2,35 juta ton. Kemudian pada tahun 2022 produksi gula pasir kembali mengalami kenaikan sebesar 36% menjadi 3,21 juta ton.

Pabrik Gula Mojo merupakan pabrik gula yang berdiri sejak tahun 1883 dan satu satunya pabrik gula yang ada di Kabupaten Sragen. Statusnya yang terbilang pabrik yang sangat tua membuat PG Mojo harus bisa bersaing dengan produk-produk gula masa kini

dengan mempertahankan hasil kualitas produksinya demi untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Pabrik Gula Mojo memiliki kapasitas produksi sebesar 2500 TCD (*Ton Cane Day*) atau sekitar 104 Ton/jam. Untuk hasil produksi gula kristal putih rata-rata per harinya yaitu sebesar 143 ton gula atau sebanyak 143.000 kg. Dalam proses produksi gula di PG Mojo masih terdapat produk *defect* atau produk cacat sehingga mengakibatkan penurunan standar kualitas dan tentu menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Produk cacat yang terjadi diantaranya berupa warna, tekstur dan ukuran gula yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan perusahaan. Penerapan standar kualitas merupakan acuan dan landasan suatu produk untuk bisa bertahan di pasaran serta diminati oleh konsumen. Pabrik Gula Mojo telah menetapkan standar kualitas gula kristal yaitu:

1. Gula yang diproduksi harus berwarna putih dan juga bersih.
2. Ukuran kristal gula standart yaitu 0,8 – 1,2 mm.
3. Gula hasil produksi harus benar-benar kering agar tahan lama.
4. Gula yang dihasilkan tidak berbau.

Sehingga langkah yang harus dilakukan perusahaan adalah melakukan inspeksi atau pemeriksaan pada bahan baku, mesin, prosedur kerja, metode, kemampuan para pekerja serta dari lingkungan produksi itu sendiri dengan tujuan mengantisipasi adanya cacat pada produk yang dihasilkan. Dari hasil pemeriksaan dan juga wawancara yang dilakukan tercatat produk cacat yang dihasilkan perusahaan sebesar 1 - 5%. Kemudian untuk jenis cacat pada produksi gula kristal putih yang terjadi di PG Mojo Sragen yaitu cacat jenis warna gula, tekstur gula dan ukuran gula, dimana pada cacat ukuran gula dibagi menjadi dua yaitu gula berbentuk krikil dan gula berbentuk abu. Sehingga dari hal diatas perlu dilakukan suatu penelitian untuk meminimalisir dan mengurangi produk *defect* yang terjadi di perusahaan.

Perusahaan di waktu yang akan datang secara bertahap bermaksud mengurangi jumlah produk cacat sehingga mampu mencapai tingkat kegagalan yang lebih baik dibandingkan saat ini, dimana salah satu caranya adalah dengan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas baik tersebut, maka faktor utama yang perlu diperhatikan adalah faktor proses produksi gula dari awal bahan baku hingga menjadi gula kristal putih. Dalam proses produksi tentunya memerlukan suatu strategi pengendalian kualitas yang baik dan terencana agar dapat meningkatkan kualitas produk dan menekan jumlah kecacatan produk. Maka dari itu setiap tahapan proses produksi harus berorientasi pada pengendalian kualitas yang baik agar dapat meminimalisir adanya produk *defect*.

Untuk mencapai hal di atas maka digunakan metode six sigma dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Six sigma sendiri merupakan suatu metode atau teknik pengendalian

dan peningkatan kualitas dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Program peningkatan kualitas six sigma dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan DMAIC yaitu *define, measure, analyze, improve and control*. *Define* merupakan langkah untuk mengidentifikasi kebutuhan dan proses kunci dalam six sigma. *Measure* merupakan langkah untuk menetapkan dan mengukur karakteristik kualitas proses Six Sigma. *Analyze* merupakan langkah untuk menganalisa data kecacatan untuk mengetahui pola atau trend yang terjadi. *Improve* merupakan langkah untuk menetapkan dan mendeskripsikan rencana tindakan alokasi sumber daya. *Control* merupakan langkah mendokumentasikan dan menyebarluaskan prosedur-prosedur yang telah distandarisasikan. Sedangkan untuk metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibatnya untuk menghindari kegagalan tersebut.

Berdasarkan prinsip-prinsip dari Six Sigma dan FMEA, dapat diambil langkah-langkah yang penting dalam upaya meningkatkan kualitas produk yang akan dihasilkan. Hal ini sangat penting bagi perusahaan untuk dapat mencapai tujuan, yang berarti mengurangi biaya kualitas yang akan dikeluarkan, sehingga mampu memenuhi kebutuhan dan ekspektasi konsumen serta mencapai keuntungan yang maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil uraian yang telah disampaikan dalam bagian latar belakang, maka rumusan masalah yang telah disusun dalam penelitian ini adalah:

1. Jenis cacat apa saja yang terjadi pada produksi gula saat ini?
2. Seberapa besar tingkat kemampuan proses produksi yang berjalan?
3. Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan gula?
4. Bagaimana usulan perbaikan yang seharusnya dilakukan untuk mengurangi/mencegah kecacatan?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Pabrik Gula Mojo Sragen.
2. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai bulan Maret 2023.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah produksi dan data produk cacat periode Februari 2023 hingga Maret 2023.
4. Produk yang akan diteliti adalah Gula Kristal Putih.
5. Metode yang digunakan adalah Six Sigma dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Improve, Analyze, Control*) dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

6. Pada tahap *analyze*, peneliti akan menggunakan *Fishbone Diagram* dan metode FMEA untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya cacat produk.
7. Pada tahap *improve*, peneliti akan menggunakan metode 5W+1H dan hasil rekomendasi akan diberikan kepada perusahaan untuk dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam meningkatkan kualitas proses produksi.
8. Tahap *control* akan dilakukan oleh perusahaan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah untuk mengetahui:

1. Mengidentifikasi jenis cacat yang terjadi
2. Menentukan tingkat kemampuan proses produksi di PG Mojo Sragen.
3. Mengidentifikasi faktor- faktor penyebab terjadinya produk cacat.
4. Mengembangkan usulan perbaikan guna meningkatkan kemampuan proses produksi gula pasir di PG Mojo Sragen.

1.5 Manfaat Penelitian

Apabila tujuan penelitian sudah tercapai, maka manfaat yang akan di peroleh dari peneliaan ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat mengetahui jenis-jenis cacat yang terjadi di Pabrik Gula Mojo dan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan.
2. Dengan diperbaikannya proses produksi dapat mencegah terjadinya cacat produk yang terjadi selama proses produksi gula pasir di Pabrik Gula Mojo.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan menjadi pembahasan pada bab ini.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini dilakukan kajian terhadap penelitian terdahulu, Analisa dan pengendalian produk cacat dengan menggunakan metode six sigma, FMEA, *Fishbone diagram* dan 5W+1H.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode penelitian yang akan diuraikan menjadi lima sub bab yaitu fokus kajian, konseptual model, data yang diperlukan, kebutuhan data, dan diagram alir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan data berupa gambaran organisasi perusahaan, isu permasalahan, dan data kuantitatif produksi untuk selanjutnya diolah berdasarkan metode six sigma menjadi usulan perbaikan kinerja di perusahaan.

BAB V PEMBAHASAN

Pemaparan hasil pengolahan data dan bab ini dapat menjadi dasar dalam usulan penentuan penelitian selanjutnya di bab selanjutnya.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian maka ditarik kesimpulan dan diberikan saran untuk penyempurnaan maupun pengembangan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelum melakukan penelitian, peneliti melakukan perbandingan terhadap topik yang dipilih dengan penelitian sebelumnya. Banyak penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu terkait pengendalian kualitas produk cacat dengan berbagai studi kasus. Metode yang digunakan pun bermacam-macam ada yang menggunakan metode *six sigma*, *Seven tools*, SQC (*Statistical Quality Control*), Kaizen, *Quality Control (QC)*, *Statistical Process Control (SPC)* dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Ada beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dan digunakan sebagai acuan dan referensi dalam pembuatan laporan tugas akhir ini. Berikut merupakan beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti:

Tabel 2. 1 *Studi Literatur*

No.	Nama Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Jansen Fernando dan Kamil Mustafa	<i>Analysis of Quality Control of Sugar Quality Using Six Sigma Method In PTPN II Kwala Madu Stabat Plant (2017)</i>	Six Sigma	Proses pengolahan gula pada Pabrik Gula Kwala Madu tidak terkendali dengan baik karena masih adanya produk cacat diluar batas kontrol setelah dilakukan revisi nilai observasi yang hilang, maka produk cacat berada di dalam batas kontrol. Hasil kecacatan gula atau proses pada tekanan vacuum yang tidak stabil yang menyebabkan proses di stasiun masakan terlalu lama mengakibatkan kecacatan gula, sehingga

2.	Suseno dan Hermansyah	<p>Analisis Pengendalian Kualitas Produk Gula Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT Madu Baru (2023)</p>	Six Sigma	<p>pada tekanan <i>vacuum</i> harus dilakukan pengecekan rutin agar selalu stabil.</p> <p>Berdasarkan data diambil dari PG Madukismo yaitu pengawasan kualitas yang diukur dari jumlah produk akhir. Pengukuran dilakukan dengan <i>Statistical Quality Control</i> jenis <i>P-Chart</i> terhadap produk akhir pada bulan Agustus - September. Jumlah produksi yang dihasilkan selama bulan Agustus - September adalah sebesar 58.088, dan ditemukan produk cacat sebesar 3048. Hal juga menyatakan bahwa pengendalian kualitas di PT Madu Baru PG Madukismo memerlukan adanya perbaikan untuk menurunkan tingkar kecacatan sehingga mencapai nilai maksimal sebesar 0%. Pada bagian produksi Gula PT Madu Baru PG Madukismo memiliki tingkat sigma</p>
----	-----------------------	---	-----------	---

				<p>3.13 dengan kemungkinan kerusakan sebesar 52.382 untuk sejuta produksi (DPMO). Hal ini tentunya menjadi sebuah kerugian yang sangat besar apabila tidak ditangani sebab semakin banyak produk yang gagal dalam proses produksi tentunya mengakibatkan pembengkakan biaya produksi gula.</p> <p>Dalam penelitian ini diketahui bahwa terdapat beberapa hal yang mempengaruhi kualitas maupun <i>output</i> yang dihasilkan sehingga menyebabkan produk tersebut cacat atau gagal, yang diantaranya adalah kurang meratanya dalam pengampelasan, pengecatan yang kurang teliti, serta penjemuran yang kurang optimal. Maka perlu untuk diperhatikan untuk kedepannya terkait kendala yang dialami agar peningkatan kualitas memberikan dampak</p>
3.	Dedi Joko Hermawan, dan Junaidi	<p><i>Analysis Of Statistical Quality Control</i> Dengan <i>Statistical Quality Control</i> untuk Meminimalisir Produk Gagal Pada UD. Utun Kedung Supit Probolinggo (2021)</p>	<i>Statistical Quality Control (SQC)</i>	

				<p>peningkatan <i>output</i> yang sesuai dengan permintaan. Berdasarkan beberapa pembahasan diatas, peneliti memiliki saran bahwa pada suatu usaha yang bergerak dibidang penggergajian kayu dan mebel seperti meja dan kursi dengan kapasitas produksi 6.000 m³ per tahun perlu dilakukan kontrol dan pelatihan dan bimbingan yang cukup agar <i>output</i> kualitas dapat dikatakan baik. Sehingga dengan adanya pelatihan diharapkan kinerja maupun emosional karyawan yang bekerja bisa dikontrol dengan baik, sehingga dapat menekan terjadinya produk cacat maupun produk gagal.</p>
4.	Mohamad Solihudin dan Lien Herliani Kusumah	<p>Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Dengan Metode <i>Statistical Process Control</i></p>	<p><i>Statistical Process Control</i> (SPC)</p>	<p>Berdasarkan perhitungan rekapitulasi NGT bahwa faktor penyebab yang paling dominan menyebabkan <i>reject</i> ukuran tidak standar pada proses produksi di seksi</p>

		(SPC) Di PT. Surya Toto Indonesia, Tbk (2017)	<p><i>machining</i> 5 dengan prioritas perbaikan no part S16036 di mesin TNL-100ALSB adalah: X Spindle bergeser, panjang potong material tidak sama, <i>hole</i> / lubang diproses dengan 1 tool (drill Ø12.2mm), <i>setting</i> LS2 pada ukuran 30~50mm, <i>Bearing spindle</i> unit aus, panjang setting drill belum masuk di DIK dan lokasi ukur standar kerja hanya menunjukan no urut proses. Dan tindakan perbaikan yang dilakukan antara lain:</p> <p>a) Di belakang <i>turret indexs</i> mesin <i>topper</i> TNL-100 ALSB dipasang pengunci.</p> <p>b) Mesin potong material diganti dengan <i>cut-off type</i> C-325-3A</p> <p>c) <i>Hole</i>/lubang di proses menggunakan dua tool <i>drill</i> Ø9.0mm dan SA Ø10.3mm</p> <p>d) <i>Setting</i> LS2 pada ukuran 50~60mm.</p>
--	--	--	---

			<p>e) Mengganti <i>bearing turret indexs</i> dengan yang baru.</p> <p>f) Daftar intruksi kerja (DIK) ditambahkan standar panjang <i>setting drill</i>.</p> <p>g) Menambahkan ukuran dimensi part pada standar kerja atau SOP.</p> <p>Dan pengendalian kualitas dengan <i>Statistical Proses Control</i> (SPC) dari hasil pengukuran produk proses produksi no <i>part</i> S16036 pada ukuran $\varnothing 10.2 +0.3/-0.1\text{mm}$ di mesin TNL-100ALSB setelah tindakan perbaikan dapat disimpulkan bahwa <i>Tools Statistical process control</i> (SPC) sangat relevan dengan tujuan perusahaan untuk melakukan preventif action karena:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu mendeteksi variasi atau penyebaran dan nilai <i>range</i> hasil proses saat produksi sedang berjalan dan semua nilai dalam batas kontrol kendali.
--	--	--	--

				<p>2. Mengukur nilai <i>index Capability Process</i> (Cp) 1.85 sehingga kemampuan proses sangat baik. 3. Dan nilai <i>index Cpk</i> 1.76 yang didapat dari nilai CPU yang merefleksikan kedekatan hasil proses pada batas spesifikasi atas (USL).</p> <p>Berdasarkan hasil perbaikan, klaim internal <i>machining</i> 5 turun dari 32 kasus menjadi 6 kasus dan, jenis klaim ukuran tidak standar dari 25 kasus menjadi 1 kasus serta menurunkan <i>persentase reject</i> UTS No Part S16036 dari 46% menjadi 0% dan didapat nilai <i>capability process</i> 1.85 dan Cpk = 1.76</p>
5.	Abdul Saepul Milah dan Suseno	<p>Analisis Pengendalian Kualitas Produk <i>Eq Spacing</i> Dengan Metode <i>Statistic Quality Control</i> (SQC) Dan <i>Failure Mode And Effects Analysis</i> (FMEA)</p>	<p><i>Statistic Quality Control</i> (SQC) Dan <i>Failure Mode And Effects Analysis</i> (FMEA)</p>	<p>Pada produksi bulan Juni 2021 -Februari 2022 PT. Sinar Semesta melakukan produksi sebanyak 6087 unit produk <i>eq spacing</i>. Ada tiga jenis kecacatan yang diteliti yaitu cacat retakan dengan jumlah cacat 113 unit, cacat salah alir 129 unit, dan cacat</p>

		<p>Pada PT. Sinar Semesta (2022)</p>	<p>ekor tikus 136 unit, dengan <i>presentase</i> cacat retakan 29,89%, <i>presentase</i> cacat salah alir 34,13%, dan <i>presentase</i> cacat ekor tikus 35,98%. Untuk <i>presentase</i> kumulatif jenis cacat retakan adalah 29,89%, cacat salah alir adalah 64,02%, dan cacat permukaan kasar adalah 100%. Jika dilihat dari hasil pengolahan data peta P kendali, tidak terdapat data yang keluar dari batas kendali, sehingga perusahaan minimal bisa mempertahankan pengendalian kualitas proses produksinya dan harus meningkatkan proses produksinya agar lebih baik lagi. Seperti dengan melakukan pengaplikasian dari hasil analisis diagram <i>fishbone</i>, sebagai contoh memilih kualitas bahan baku yang berkualitas. Selain itu, memastikan bahwa takaran bahan baku sesuai dengan aturan</p>
--	--	--------------------------------------	--

			<p>serta tercampur dengan merata. Memastikan kondisi operator diharuskan dalam kondisi prima dan harus benar-benar orang yang sangat teliti dalam bidangnya dan meningkatkan pengawasan dengan menunjuk salah satu karyawan sebagai pengawas agar semua proses produksi dapat terpantau dengan baik. Serta membuat jadwal maintenance dari mesin produksi agar tetap terjaga kualitas produksi dan performanya serta mengecek temperatur logam sebelum dituangkan, temperatur tuang harus sesuai yang diisyaratkan dan melakukan penuangan secara kontinyu dan kecepatan yang cukup untuk menjaga temperatur suhu. Dengan diagram <i>fishbone</i> maka diketahui lima faktor utama yang penyebab terjadinya produk cacat yaitu <i>man</i></p>
--	--	--	---

			<p>(Manusia) terdiri dari kelelahan karena selama bekerja karyawan harus berdiri dan kurang teliti, <i>method</i> (Metode) kurangnya pengawasan dan setting mesin salah, <i>material</i> (bahan baku) dengan kualitas bahan baku yang buruk disebabkan karena adanya material dari produk <i>reject</i> yang didaur ulang, <i>machine</i> (mesin) terdiri dari kerja mesin kurang optimal, dan mesin jarang di servis sehingga menyebabkan mesin sering <i>error</i>, <i>environment</i> (lingkungan) terdiri dari sirkulasi udara yang tidak lancar karena kurangnya ventilasi udara, dan tempat kerja bising karena jarak antar stasiun kerja yang berdekatan. Hasil dari <i>Analisis Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu sebesar 252 untuk jenis cacat salah alir dengan penyebab kecacatan yaitu</p>
--	--	--	---

				cetakan pasir kurang presisi, hal tersebut menunjukkan bahwa cetakan pasir yang digunakan harus segera mendapatkan <i>maintenance</i> untuk meminimalkan jumlah cacat yang terjadi.
6.	Ari Zaqi Al-Faritsy dan Chelsi Apriliani	Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produk Tas Dengan Metode Six Sigma Dan Kaizen (2022)	Metode Six Sigma Dan Kaizen	<p>Terdapat 3 jenis cacat yang ada di UMKM Villa Tas Jaya yaitu cacat jahitan tidak rapih, kain berjamur dan resleting kejahit. Cacat dominan yang berdasarkan diagram pareto yaitu cacat jahitan tidak rapih. Penyebab kecacatan produk selama produksi disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor manusia kurang teliti dalam pemilihan bahan baku, terburu-buru mengejar target pesanan. Faktor mesin kurangnya perawatan mesin dan tidak adanya jadwal pembersihan mesin. Faktor material yaitu bahan baku kurang bagus/ kualitas bahan kurang baik dan yang</p>

			<p>terakhir faktor lingkungan kondisi ruangan yang bising serta penataan peralatan yang kurang teratur.</p> <p>Berdasarkan <i>Kaizen Five Step Plan</i> dan 5W + 1H dari kelima faktor yang menyebabkan kecacatan produk tersebut diperlukan usulan perbaikan guna untuk mengurangi jumlah kecacatan pada produk tas. Oleh karena itu perlu diadakan pengawasan dan <i>control</i> terhadap lima faktor (Manusia, mesin, metode, material, lingkungan) dengan <i>five step plan</i> (<i>Seiri, seiton, seisi, seiketsu, shitsuke</i>) yang lebih ketat lagi sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Menjaga kebersihan dan kerapian area kerja, mesin, ruang produksi dan material Membiasakan <i>briefing</i> pagi kepada pekerja Membiasakan mengecek material sebelum beroperasi
--	--	--	--

				<p>d. Memastikan mesin dalam kondisi baik dengan penyetingan yang sesuai sebelum dilakukannya proses produksi</p> <p>e. Melakukan pengawasan secara ketat untuk bahan baku dari <i>supplier</i></p> <p>f. Menerapkan <i>standard operating procedure</i> (SOP) pada UMKM</p>
7.	Prima Fithri dan Chairunnisa	Six Sigma Sebagai Alat Pengendalian Mutu Pada Hasil Produksi Kain Mentah PT. Unitex, TBK (2019)	Six Sigma	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab utama terjadinya cacat tertinggi serta dapat memberikan usulan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menerapkan metode Six Sigma DMAIC. Penelitian ini dilakukan di Departemen tenun dengan objek penelitiannya adalah kapas yang di olah menjadi kain. Hasil penelitian menyebutkan bahwa penyebab utama terjadinya cacat yaitu kurangnya pengawasan dari operator yang menyebabkan mesin menjadi <i>trouble</i>. Setelah</p>

				diberikan usulan, terjadi penurunan nilai DPMO dari 181,67 menjadi 170,5905 dan meningkatnya nilai sigma dari 5,07 menjadi 5,08.
8.	Eryza Ayu Erkhananda dan Dian Janari	Risiko Penyebab Cacat <i>Button</i> Dengan Metode FMEA Dan FTA Pada Departemen <i>Warehouse</i> (2021)	FMEA Dan FTA	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab cacat dan menurunkan tingkat kecacatan. Berdasarkan hasil metode FMEA didapatkan hasil RPN tertinggi pada cacat retak/patah dan cacat warna yaitu sebesar 336 dan 240. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode FTA, terdapat 3 <i>basic event</i> yang menyebabkan timbulnya <i>top level event</i> pada cacat warna yaitu, beban kerja yang berlebih, kondisi kesehatan yang menurun, dan suhu tidak optimum untuk bekerja. Sedangkan pada cacat retak/patah terdapat 5 <i>basic event</i> yaitu, tidak mengetahui prosedur kerja, karyawan yang kurang teliti, tidak adanya pengawasan, tidak

				terdapat SOP, dan tidak adanya pemeriksaan secara berkala. Usulan perbaikan yang dapat diberikan berupa rotasi kerja, penggunaan APD, penyediaan ventilasi udara, perbaikan dan penambahan SOP, pengawasan dan pemeriksaan pada <i>inventory</i> , dan pemberian <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada pekerja
9.	Fandi Ahmad	Six Sigma Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada UKM (2019)	Six Sigma	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab cacat pada proses produksi memberikan usulan berupa 5W+1H. Hasil analisis melalui diagram <i>fishbone</i> diketahui penyebab utama cacat produk adalah faktor manusia dan berdasarkan analisis 5W+1H maka kebijakan utama yang harus dilakukan oleh pihak perusahaan yaitu pengawasan kontrol dengan pembuatan SOP dan adanya training untuk

				meningkatkan kompetensi operator
10.	Sucipto, Devita Prima Sulistyowati dan Sakunda Anggarini	Pengendalian Kualitas Pengalengan Jamur dengan Metode Six Sigma di PT Y, Pasuruan, Jawa Timur (2017)	Six Sigma	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengendalian kualitas pengalengan jamur di PT Y menggunakan metode Six Sigma dibatasi tahap <i>define, measure, analyze</i> dan <i>improve</i> . Hasil penelitian menunjukkan jenis cacat terbesar pengalengan adalah <i>knocked down flange</i> (KDF). Nilai sigma sebesar 3,46, <i>final yield</i> 97,5%, dan kapabilitas proses (Cp) sebesar 1,15. Penyebab KDF adalah pekerja kurang teliti, pekerja kurang memahami <i>standard operational procedure</i> (SOPs) produksi, kesalahan <i>setting up</i> mesin, mesin seamer tidak stabil, komponen mesin seamer aus, bahan kaleng kurang baik dan area produksi tidak nyaman. Alternatif perbaikan yang disarankan adalah 10 memberi arahan dan SOPs <i>training</i> untuk

				pekerja, mengontrol dan merawat mesin lebih ketat, menjadwalkan penggantian komponen mesin, melatih dan mengawasi operator mesin, memeriksa bahan kaleng lebih ketat, serta menambah <i>turbine ventilator</i> di area produksi
11.	Ni Gusti Nyoman Desianti	Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan <i>Statistic Processing Control</i> (SPC) Pada CV. Pusaka Bali Persada (Kopi Banyuatis) (2018)	<i>Statistic Processing Control</i> (SPC)	Hasil pengendalian kualitas yang dilakukan oleh CV. Pusaka Bali Persada (Kopi Banyuatis) dilakukan pada bahan baku, proses produksi, dan produk jadi. Jenis kecacatan yang paling banyak terjadi pada produk kopi Banyuatis adalah plastik kemasan kotor sebanyak 10.041 pcs, bubuk kopi kasar sebanyak 534 pcs, dan gramasi tidak sesuai sebanyak 2.155 pcs. Pengendalian kualitas yang dilakukan oleh CV. Pusaka Bali Persada belum maksimal karena terdapat 16 titik yang berada di luar batas kendali UCL dan LCL, dan 10 titik berada di

			<p>dalam batas kendali dan perlu adanya tindakan lebih lanjut. Kecacatan produk disebabkan oleh bahan baku, manusia, metode, dan mesin. Usulan tindakan perbaikan secara umum dalam upaya menekan tingkat kecacatan produk adalah kepala bagian produksi agar melaksanakan tugas sesuai dengan spesifikasi tugas, memberikan arahan dan teguran pada semua karyawan yang kurang teliti dalam menjalankan tugasnya, perlu adanya sistem perawatan preventif terhadap mesin produksi, agar jalannya proses produksi tidak terganggu, pemasangan atau penempelan intruksi kerja pada ruangan masing-masing bagian proses, menetapkan standar berat bahan baku yang akan di <i>grinding</i>, dan menetapkan standar bahan baku (bubuk kopi) yang akan dikemas.</p>
--	--	--	--

12.	Baguna Tenny, Lucky F. Tamengkel , dan Danny D. S. Mukuan	Analisis Pengendalian Kualitas Mutu Produk Sebelum Eksport Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT. Nichindo Manado Suisan (2018)	Metode Six Sigma	Dari hasil perhitungan nilai DPMO dari bulan januari 2018 sampai dengan april 2018 adalah 80797 kg pada bagian produksi PT. Nichindo Manado Suisan memiliki tingkat sigma 5 dan dapat diinterpretasikan bahwa dari sejuta kesempatan yang ada akan terdapat 239 kemungkinan produk kemasan cacat yang akan di hasilkan. Sedang nilai Sigma 5 yaitu level atau tingkatan untuk mengukur kapabilitas proses oleh suatu perusahaan berdasarkan dari nilai DPMO atau jumlah kerusakan yang di hasilkan setiap sejuta kesempatan. Diketahui bahwa rata-rata industri industri di Indonesia masih berada pada tingkat sekitar 2-3 sigma, hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas pada cacat yang terjadi pada produk katsuobusi dan turunanya masih berada pada tingkatan rata-rata industri
-----	---	---	---------------------	--

				<p>di USA. Namun pengukuran diatas menunjukkan pola DPMO dari kegagalan produk dan pencapaian sigma yang belum konsisten, masih bervariasi naik turun sepanjang periode pengamatan, saat yang bersamaan menunjukkan bahwa proses produksi sudah dilakukan secara tepat hanya saja terkendala pada faktor SDM . Apabila suatu proses dikendalikan dan ditingkatkan terus-menerus maka akan menunjukkan pola DPMO kegagalan <i>packaging</i> yang terus-menerus turun dan kapabilitas sigma akan meningkat terus-menerus menuju kecacatan nol.</p>
13.	Hani Sirine, Elisabeth Penti Kurniawati	Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo)(2017)	Metode Sigma Six	<p>PT. Diras Concept telah melakukan pengendalian kualitas menggunakan metode six sigma dengan melakukan analisis DMAIC (<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>) pada setiap tahapan proses produksi <i>furniture</i> ”Nadir”</p>

			<p>dan "New Brunei". Hasil yang diperoleh, perusahaan telah mencapai 6 sigma karena <i>cost of poor quality</i> nya kurang dari 1% penjualan. Untuk mempertahankan capaian kualitasnya (6 sigma), maka PT. Diras <i>Concept</i> perlu membenahi aspek pengendalian dengan cara membuat sistem yang berfungsi untuk mengawasi tiap-tiap tahapan produksinya. Dalam sistem ini akan ditempatkan alat, teknik, informasi, metode, manusia yang secara sistematis dan terintegrasi mengendalikan jalannya operasi perusahaan (fungsi kontrol perusahaan). Hal yang lebih spesifik dan perlu pembenahan adalah peningkatan ketrampilan tenaga kerja dengan memberi pelatihan atau teguran, penempatan <i>Quality Control</i> pada tiap tahapan proses produksi, kontrak mutu dengan para pemasok untuk menjaga</p>
--	--	--	---

14.	Decky Antony Kifta dan Ilhamyah Sipahutar	Penerapan Six Sigma Upaya Peningkatan Produktivitas Pada Perusahaan <i>Moulding</i> Plastik (2018)	Six Sigma	<p>kualitas material, serta penyediaan gudang yang representatif untuk penyimpanan bahan baku.</p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk menemukan penyebab utama tingginya cacat serta dapat mengusahkan langkah-langkah perbaikan yang sesuai dengan menerapkan metode Six Sigma DMAIC. Penelitian ini dilakukan di departemen <i>moulding</i> PT. Mega Teknologi Batam dengan objek penelitian adalah <i>Cover Coffe Maker</i>. Berdasarkan analisis seven tools diketahui penyebab utama timbulnya cacat adalah kurangnya pelatihan para operator dalam melaksanakan pekerjaannya. Setelah dilakukan langkah - langkah perbaikan, terjadi penurunan jumlah produk cacat dari 197.464 menjadi 13.834 dan meningkatnya nilai sigma dari 3,1 menjadi 3,7</p>
-----	---	--	-----------	---

15.	Candra Setia Bakti dan Moh. Esa Lauhmahfudz	Penerapan Metode Six Sigma Dan Perbaikan Kerja Pada Pengendalian Kualitas Sepatu CV. CIR (2018)	Metode Six Sigma	<p>Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan jumlah produk cacat dengan menggunakan metode six sigma dan mengajukan perbaikan kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses produksi sepatu belum memenuhi standar. Hasil analisa dengan <i>Pareto Diagram</i> diperoleh bahwa <i>foxing bonding</i> merupakan jenis cacat tertinggi dengan persentase sebesar 21,8%. Dan ada 4 unsur yang mempengaruhi jenis cacat tersebut yaitu: unsur <i>man</i>, <i>machine</i>, <i>method</i> dan <i>material</i>. Melalui analisa FMEA, didapatkan bahwa nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN) tertinggi yaitu 432. Penyebabnya operator kurang teliti dalam pengoperasian mesin. Nilai tersebut merupakan mode kegagalan paling kritis dan dijadikan sebagai prioritas utama sehingga perlu dilakukan perbaikan. Usulan perbaikan yang diajukan</p>
-----	---	---	------------------	--

				yaitu dengan memberikan pelatihan kepada Karyawan dan juga membuat standar operasi prosedur yang mudah dipahami oleh para karyawan.
--	--	--	--	---

Berdasarkan penelitian terdahulu di tabel 2.1, dapat diketahui bahwa banyak penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu terkait pengendalian dan peningkatannya kualitas dengan berbagai studi kasus. Metode yang digunakan pun bermacam-macam ada yang menggunakan Six Sigma, Kaizen, *Statistical Quality Control* (SQC), *Quality Control* (QC), dan *Statistical Process Control* (SPC). Ada pula yang dilengkapi dengan metode FMEA, *sevens tools*, *Fishbone Diagram* dan sebagainya. Berdasarkan hasil kajian pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait pengendalian kualitas suatu produk yang difokuskan dalam meminimalisir terjadinya kecacatan produk serta meningkatkan kualitas produk maka *state of the art* pada penelitian ini yaitu penerapan pengendalian kualitas produk *defect* dengan melakukan manajemen kualitas secara terus-menerus dengan menggunakan pendekatan six sigma dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Permasalahan produk cacat yang dihasilkan pada proses produksi gula pasir yang mempengaruhi kepuasan perusahaan didefinisikan pada tahap *define*. Untuk mengukur *baseline* kinerja perusahaan pada tingkat *output* dilakukan pada tahap *measure*. Pada tahap *analyze* dilakukan identifikasi sebab-akibat pada *Critical to Quality* (CTQ) tertinggi dan menentukan faktor yang menjadi prioritas perbaikan dengan mengukur nilai *Risk Priority Number* (RPN) menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Sehingga pada tahap *improve* peneliti dapat memberikan rekomendasi tindakan perbaikan berdasarkan 5W+1H untuk meningkatkan kualitas produk.

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Kualitas

Dewasa ini semakin disadari akan pentingnya kualitas suatu produk dalam meningkatkan daya saing produk, selain biaya produksi dan ketepatan waktu produksi yang harus memberi kepuasan kepada konsumen melebihi atau paling tidak sama dengan kualitas produk pesaing. Hal ini timbul dari sikap konsumen yang menginginkan barang dengan

kualitas yang terjamin dan semakin ketatnya persaingan antara perusahaan yang sejenis. Oleh karena itu pihak perusahaan perlu mengambil kebijaksanaan untuk menjaga kualitas produknya agar diterima konsumen dan dapat bersaing dengan produk sejenis dari perusahaan lain serta dalam rangka menunjang program jangka panjang perusahaan yaitu mempertahankan pasar yang telah ada atau menambah pasar perusahaan. Adapun hal tersebut dapat dilakukan melalui pengendalian kualitas.

Pengertian kualitas menurut pendapat Gasperz (2005) merupakan suatu cara meningkatkan performansi secara terus menerus pada level operasi atau proses, dari setiap area fungsional dari suatu organisasi, dengan menggunakan sumber daya yang tersedia dan modal yang ada. Pengertian kualitas menurut pendapat Hani Handoko (2000) merupakan faktor yang terdapat dalam suatu produk yang menyebabkan produk tersebut bernilai sesuai dengan maksud untuk apa produk tersebut diproduksi.

Menurut Moses L. Singgih dan Renanda (2008) kualitas merupakan salah satu jaminan yang diberikan dan harus dipenuhi oleh perusahaan kepada pelanggan, karena kualitas suatu produk merupakan salah satu kriteria penting yang menjadi pertimbangan pelanggan dalam memilih produk. Pengertian kualitas menurut pendapat Montgomery, alih bahasa Zanzawi (1990) kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan itu.

Pengertian kualitas menurut pendapat Render (2001) kualitas adalah totalitas bentuk dan karakteristik barang atau jasa yang menunjukkan kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan-kebutuhan yang tampak jelas maupun yang tersembunyi. Berdasarkan pemaparan diatas, yang dimaksud dengan kualitas adalah totalitas bentuk, kesesuaian antara produk yang dihasilkan oleh perusahaan dengan kebutuhan yang diinginkan konsumen.

Kualitas kecocokan dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan tenaga kerja, jenis sistem jaminan kualitas (pengendalian proses, uji, aktivitas pemeriksaan dan sebagainya) yang digunakan, seberapa jauh prosedur jaminan kualitas diikuti, dan motivasi tenaga kerja untuk mencapai kualitas.

Tiap produk mempunyai jumlah unsur yang bersama-sama menggambarkan kecocokan penggunaannya. Parameter-parameter ini biasa dinamakan ciri-ciri kualitas ada beberapa jenis yaitu:

- 1) Fisik, meliputi: panjang, voltase, berat, kekentalan dan lain-lain.
- 2) Indera, meliputi: rasa, penampilan, warna, dan lain-lain.
- 3) Orientasi waktu, meliputi: keandalan (dapat dipercaya), dapat dirawat.

Kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen dalam memilih produk dan jasa. Akibat kualitas adalah faktor kunci yang membawa keberhasilan bisnis dan peningkatan posisi bersaing. Program jaminan kualitas yang efektif dapat meningkatkan penetrasi pasar, produktivitas lebih tinggi dan biaya pembuatan barang dan jasa secara keseluruhan menjadi lebih rendah. Perusahaan dengan program seperti itu dapat menikmati keuntungan-keuntungan persaingan yang bermakna.

2.1.2 Pengendalian Kualitas

Kegiatan pengendalian dilaksanakan dengan cara memonitor keluaran (*output*), membandingkan dengan standart standart, menafsirkan perbedaan perbedaan dan mengambil tindakan untuk menyesuaikan kembali proses proses itu sehingga sama / sesuai dengan standar (Buffa, 1999). Pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan tercapai.

Dalam mendefinisikan kualitas produk ada beberapa pendapat dalam manajemen mutu terpadu (*total quality management*) antara lain:

- 1) Menurut Deming, Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar atau konsumen. Perusahaan harus benar-benar dapat memahami apa yang dibutuhkan konsumen atas suatu produk yang akan dihasilkan.
- 2) Menurut Feigenbaum, Kualitas adalah kepuasan pelanggan sepenuhnya (*full customer satisfaction*). Suatu produk dikatakan berkualitas adalah apabila dapat memberikan kepuasan sepenuhnya kepada konsumen, yaitu sesuai dengan apa yang diharapkan konsumen atas suatu produk.
- 3) Menurut Garvin, Kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia/tenaga kerja, proses dan tugas serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen.

Mutu (kualitas) merupakan gambaran dan ciri-ciri suatu produk atau pelayanan yang berhubungan dengan kemampuan untuk memuaskan kebutuhan pelanggan. Dalam menghadapi persaingan produsen menawarkan produk yang bermutu baik untuk mendapatkan pelanggan yang berperilaku selektif dalam memilih produk sehingga mampu memberikan kepuasan optimal.

Kualitas selalu berfokus pada pelanggan (*customer focused quality*). Karena kualitas mengacu kepada segala sesuatu yang menentukan kepuasan pelanggan, suatu produk yang

dihasilkan baru dapat dikatakan berkualitas apabila sesuai dengan keinginan pelanggan, dapat dimanfaatkan dengan baik, serta diproduksi dengan cara yang baik dan benar.

Perhatian penuh kepada kualitas akan memberikan dampak positif kepada bisnis melalui dua cara, yaitu dampak terhadap biaya produksi dan dampak terhadap pendapatan. Dampak terhadap produksi terjadi melalui pembuatan produk yang sesuai dengan standar-standar yang telah ditetapkan sehingga bebas dari kerusakan yang mungkin terjadi. Dengan demikian proses produksi yang memperhatikan kualitas akan menghasilkan produk yang berkualitas yang bebas dari kerusakan. Itu berarti terjadinya pemborosan dapat dihindarkan sehingga ongkos per unit akan menjadi rendah dan pada gilirannya akan membuat harga produk menjadi lebih kompetitif.

Dampak peningkatan pendapatan terjadi melalui peningkatan penjualan atas produk yang berkualitas. Produk-produk yang berkualitas yang dibuat melalui suatu proses yang berkualitas akan memiliki sejumlah keistimewaan yang mampu meningkatkan kepuasan pelanggan atas penggunaan produk tersebut. Setiap konsumen pada umumnya akan mengkonsumsi produk yang berkualitas tinggi dengan harga yang kompetitif. Hal ini akan meningkatkan penjualan dari produk-produk itu yang berarti pula meningkatkan pangsa pasar (*market share*) sehingga pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan perusahaan.

Pengendalian kualitas merupakan alat bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan, mempertahankan kualitas produk yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah produk yang rusak. Ada beberapa pengertian pengendalian kualitas:

- 1) Pengendalian kualitas adalah suatu aktifitas untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana telah direncanakan (Ahyari, 1990)
- 2) Pengendalian kualitas adalah merencanakan dan melaksanakan cara yang paling ekonomis untuk membuat sebuah barang yang akan bermanfaat dan memuaskan tuntutan konsumen secara maksimal (Assauri, 1999)
- 3) Pengendalian kualitas merupakan alat penting bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan, mempertahankan kualitas, yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah barang yang rusak (Reksohadiprojo, 2000).

Jadi dapat disimpulkan pengendalian kualitas adalah aktivitas untuk menjaga, mengarahkan, mempertahankan dan memuaskan tuntutan konsumen secara maksimal.

2.1.3 Faktor-Faktor Mendasar Yang Mempengaruhi Kualitas Gula

Seiring dengan naiknya kualitas hidup masyarakat, setiap konsumen menginginkan produk yang berkualitas dan sesuai dengan standart mutu nasional (SNI) yang telah ditetapkan. Gula kristal setelah keluar dari proses di pabrik tidak langsung disalurkan ke konsumen. Kebanyakan pabrik gula di Indonesia mengemas gula kristal dalam bentuk karung dengan berat 50 kg. Gula ini disimpan dalam gudang pabrik untuk jangka waktu tertentu sebelum disalurkan ke konsumen. Selama proses penyimpanan gula akan mengalami degradasi kualitas bahkan bisa mengalami kerusakan apabila kondisi dari gudang dan kualitas gula tidak sesuai dengan standar. Ketahanan gula selama proses penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Selain karena pengaruh kondisi gudang penyimpanan, kemasan yang digunakan juga dari kualitas gula kristal yang diproduksi pabrik gula. Penggumpalan (*caking*) selama proses penyimpanan merupakan suatu kondisi spontan dimana terjadi perbedaan kelembaban antara kristal gula dengan lingkungannya (Chitpraset dkk, 2006).

Penurunan kualitas gula selama proses penyimpanan di gudang seiring dengan naiknya kualitas hidup masyarakat, setiap konsumen menginginkan produk yang berkualitas dan sesuai dengan standar mutu. Gula sebagai salah satu kebutuhan pokok juga harus memenuhi standar mutu nasional (SNI) yang telah ditetapkan. Gula ini disimpan dalam gudang pabrik untuk jangka dipengaruhi oleh:

- 1) Ukuran partikel kristal yang kecil dan tidak rata. tidak ada kristal konglomerat karena dapat menimbulkan rongga-rongga yang terisi lapisan molases sehingga berpotensi menjadi tempat tumbuhnya mikroorganisme.
- 2) Kadar kotoran yang tinggi, contohnya kandungan gula reduksi yang tinggi yang berperan dalam sifat higroskopis gula kristal.
- 3) Jumlah zat tak terlarut seperti partikel bagasilo dan kotoran lain yang menempel pada permukaan kristal gula. Zat tak larut dapat membawa air dan tempat tumbuhnya mikroorganisme.
- 4) Kadar air gula kristal yang tinggi pada saat di packing. air yang terdapat dalam lapisan tetes pada permukaan kristal menyebabkan tekanan osmosa tinggi pada tetes dimana kondisi ini dapat menghambat propagasi mikroorganisme penyebab kerusakan gula.
- 5) Kelembaban atmosfer (*relative humidity*) yang tinggi.

2.1.4 Dimensi Kualitas

Ada 8 dimensi kualitas yang dikembangkan Garvin dan dapat digunakan sebagai kerangka perencanaan strategis dan analisis terutama untuk produk manufaktur. Dimensi tersebut adalah: (Tjiptono, 2001)

- 1) Kinerja: karakteristik dari produk inti.
- 2) Ciri-ciri atau keistimewaan tambahan: karakteristik sekunder atau pelengkap.
- 3) Keandalan: kemungkinan kecil akan mengalami kerusakan atau gagal dipakai.
- 4) Kesesuaian dengan spesifikasi: sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan sebelumnya.
- 5) Daya tahan: berkaitan dengan berapa lama produk tersebut dapat digunakan.
- 6) *Service Ability*: meliputi kecepatan, kompetensi, kenyamanan mudah direparasi, penanganan keluhan yang memuaskan.
- 7) Estetika: daya tarik produk terhadap panca indra.
- 8) Kualitas yang dipersepsikan: citra dan reputasi produk serta tanggung jawab perusahaan terhadapnya.

2.1.5 Six Sigma

Six Sigma adalah bertujuan yang hampir sempurna dalam memenuhi persyaratan pelanggan (Pande dan Cavanagh, 2003). Menurut Gaspersz (2005: 310) Six Sigma adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Jadi Six Sigma merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas.

2.1.6 Konsep Six Sigma

Pada dasarnya pelanggan akan merasa puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas Six Sigma, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Menurut Gaspersz (2005) terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep Six Sigma, yaitu:

- 1) Identifikasi pelanggan.
- 2) Identifikasi produk.
- 3) Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan.
- 4) Definisi proses.

- 5) Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada.
- 6) Tingkatkan proses secara terus menerus menuju target Six Sigma.

Menurut Gaspersz (2005: 310) apabila konsep Six Sigma akan ditetapkan dalam bidang manufakturing, terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

- 1) Identifikasi karakteristik produk yang memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
- 2) Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*Critical-To-Quality*) individual.
- 3) Menentukan apakah setiap CTQ tersebut dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin proses kerja dan lain-lain.
- 4) Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai UCL dan LCL dari setiap CTQ).
- 5) Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
- 6) Mengubah desain produk atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target Six Sigma.

2.1.7 Strategi Pengembangan dan Peningkatan Kinerja Six Sigma dengan Menggunakan Metode DMAIC

Strategi adalah implementasi dari pilihan fungsi yang menjadi faktor aktivitas proses bisnis terbaik yang merupakan penerjemahan dari kebutuhan dan ekspektasi konsumen eksternal, para pemegang saham, dan seluruh anggota organisasi seluruh bagian dari konsumen internal.

Prinsip dasar program Six Sigma menurut Hidayat dalam Strategi Six Sigma (2007: 102) adalah:

Tabel 2. 2 Prinsip dasar program Six sigma

Dimensi Konsumen	Prinsip Implementasi
	1. Fokus terhadap kepuasan pelanggan
	2. Menyajikan produk bebas cacat produksi
	3. Menghargai ekspektasi pelanggan

Perusahaan	<ul style="list-style-type: none"> 4. Bertanggung jawab mutlak terhadap visi tujuan jangka panjang. 5. Menyajikan keuntungan besar 6. Orientasi pada proses dan penekanan pada kemampuan proses 7. Pembudayaan masalah kualitas adalah tanggung jawab segenap karyawan 8. Peningkatan secara berkelanjutan pada seluruh proses baik proses produksi, pelayanan maupun proses transaksi 9. Pemanfaatan data serta informasi dan pengetahuan sebagai standart kerja setiap saat. 10. Mengadaptasi setiap konsep-konsep produksi
Tenaga Kerja	<ul style="list-style-type: none"> 11. Menghargai dan mendengar setiap input masukan dari segenap karyawan 12. Penekanan pada pengolahan ketenagakerjaan, motifasi dan inovasi 13. Kepemimpinan 14. Empati dan penghargaan
Rekanan	<ul style="list-style-type: none"> 15. Menjalin hubungan baik dengan supplier jangka panjang. 16. Membantu pertumbuhan peningkatan pemasok atau penyalur.
Sosial Kemasyarakatan	<ul style="list-style-type: none"> 17. Peduli dan responsive terhadap masalah lingkungan social dan etika

2.1.8 Langkah-Langkah Six Sigma

Menurut Pande dan Holpp (2005), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas Six Sigma terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control*.

1) *Define*

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas Six Sigma. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan

untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005). Tanggung jawab dari definisi proses bisnis kunci berada pada manajemen. Menurut Pande dan Cavanagh (2003) tiga aktivitas utama yang berkaitan dengan mendefinisikan proses inti dan para pelanggan adalah:

- a) Mendefinisikan proses inti mayor dari bisnis.
- b) Menentukan *output* kunci dari proses inti tersebut, dan para pelanggan kunci yang mereka layani.
- c) Menciptakan peta tingkat tinggi dari proses inti atau proses strategis.

Termasuk dalam langkah definisi ini adalah menetapkan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas Six Sigma itu. Pada tingkat manajemen puncak, sasaran-sasaran yang ditetapkan akan menjadi tujuan strategi dari organisasi seperti: meningkatkan *Return On Investment* (ROI) dan pangsa pasar. Pada tingkat operasional, sasaran mungkin untuk meningkatkan *output* produksi, produktivitas, menurunkan produk cacat, biaya operasional. Pada tingkat proyek, sasaran juga dapat serupa dengan tingkat operasional, seperti: menurunkan tingkat cacat produk, menurunkan *downtime* mesin, meningkatkan *output* dari setiap proses produksi.

2) *Measure*

Measure merupakan tindak lanjut logis terhadap langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya. Menurut Pande dan Holpp (2005) langkah *measure* mempunyai dua sasaran utama yaitu:

- a) Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkualifikasikan masalah dan peluang. Biasanya ini merupakan informasi kritis untuk memperbaiki dan melengkapi anggaran dasar proyek yang pertama.
- b) Memulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah. *Measure* merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan, yaitu:

- (1) Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) kunci. Penetapan *Critical to Quality* kunci harus disertai dengan pengukuran yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan persepsi dan interpretasi yang dapat saja salah bagi setiap orang dalam proyek Six Sigma dan menimbulkan

kesulitan dalam pengukuran karakteristik kualitas keandalan. Dalam mengukur karakteristik kualitas, perlu diperhatikan aspek internal (tingkat kecacatan produk, biaya-biaya karena kualitas jelek dan lain-lain) dan aspek eksternal organisasi (kepuasan pelanggan, pangsa pasar dan lain-lain).

- (2) Mengembangkan rencana pengumpulan data pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat, yaitu pengukuran pada tingkat proses (*process level*). Mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan; pengukuran pada tingkat *output* (*output level*) adalah mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.
- (3) Pengukuran pada tingkat *outcome* (*outcome level*) adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan.
- c) Pengukuran baseline kinerja pada tingkat output, karena proyek peningkatan kualitas Six Sigma yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah *zero defect* sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai, kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminology Six Sigma disebut sebagai baseline kinerja, sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek Six Sigma dapat diukur selama masa berlangsungnya proyek Six Sigma. Pengukuran pada tingkat output ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan.

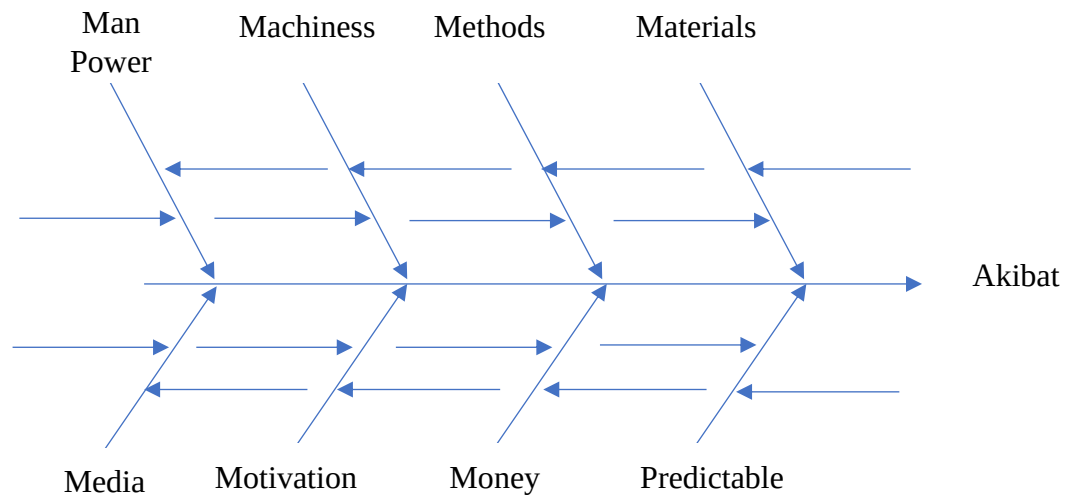
3) *Analyze*

Analyze merupakan langkah operasional yang ketiga dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Ada beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap ini yaitu:

- a) Menentukan stabilitas dan kemampuan (kapabilitas) proses Proses industri dipandang sebagai suatu peningkatan terus menerus (*continous improvement*) yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan

suatu produk (barang dan atau jasa), pengembangan produk, proses produksi/operasi, sampai kepada distribusi kepada pelanggan. Target Six Sigma adalah membawa proses industri yang memiliki stabilitas dan kemampuan sehingga mencapai *zero defect*. Dalam menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu akan dibutuhkan alat-alat statistik sebagai alat analisis. Pemahaman yang baik tentang metode-metode statistik dan perilaku proses industri akan meningkatkan kinerja sistem industri secara terus-menerus menuju *zero defect*.

- b) Menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas (CTQ) kunci Secara konseptual penetapan target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma merupakan hal yang sangat penting dan harus mengikuti prinsip:
 - (1) *Specific*, yaitu target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma harus bersifat spesifik dan dinyatakan secara tegas.
 - (2) *Measureable*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran (matrik) yang tepat, guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang, dan tindakan perbaikan di waktu mendatang. *Achievable*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas harus dapat dicapai melalui usaha usaha yang menantang (*challenging efforts*).
 - (3) *Result-Oriented*, yaitu target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma harus berfokus pada hasil hasil berupa peningkatan kinerja yang telah didefinisikan dan ditetapkan.
 - (4) *Time-Bound*, target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma harus menetapkan batas waktu pencapaian target kinerja dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci itu dan target kinerja harus dicapai pada batas waktu yang telah ditetapkan (tepat waktu).
- c) Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas Untuk mengidentifikasi masalah dan menemukan sumber penyebab masalah kualitas, digunakan alat analisis diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan. Diagram ini membentuk cara-cara membuat produk-produk yang lebih baik dan mencapai akibatnya (hasilnya).



Gambar 2. 1 Diagram sebab akibat

Sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan prinsip 7 M, yaitu: (Gasperz, 2005)

- (1) *Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam ketrampilan dasar yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, ketidakpedulian, dll.
- (2) *Machine* (mesin) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu *complicated*, terlalu panas, dll.
- (3) *Method* (metode kerja), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, tidak cocok, dll.
- (4) *Material* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan, ketiadaan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong itu, dll.
- (5) *Media*, berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang kondusif, kekurangan dalam lampu penerangan ventilasi yang buruk kebisingan yang berlebihan, dll.

- (6) *Motivation* (motivasi), berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan professional, yang dalam hal ini disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.
- (7) *Money* (keuangan), berkaitan dengan ketiadaan dukungan *financial* (keuangan) yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas Six Sigma yang akan ditetapkan.

d) *Improve*

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas Six Sigma. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Tim peningkatan kualitas Six Sigma harus memutuskan target yang harus dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan dilakukan, bilamana rencana itu akan dilakukan, siapa penanggung jawab rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan itu. Tim proyeksi Sigma telah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas sekaligus memonitor efektifitas dari rencana tindakan yang akan dilakukan di sepanjang waktu. Efektivitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari penurunan persentase biaya kegagalan kualitas (COPQ) terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatnya kapabilitas Sigma. Setiap rencana tindakan yang diimplementasikan harus dievaluasi tingkat efektivitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas Six Sigma yaitu menurunkan DPMO menuju target kegagalan nol (*zero defect oriented*) atau mencapai kapabilitas proses pada tingkat lebih besar atau sama dengan 6 - Sigma, serta mengkonversikan manfaat hasil-hasil kedalam penurunan persentase biaya kegagalan kualitas (COPQ). Maka tim proyeksi Sigma dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang mempengaruhi kepuasan pelanggan serta mengkonversikan ukuran-ukuran tersebut kedalam biaya kualitas.

e) *Control*

Merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan Six Sigma. Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas

didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses. Terdapat dua alasan dalam melakukan standarisasi, yaitu:

- (1) Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasikan, terdapat kemungkinan bahwa setelah periode waktu tertentu, manajemen dan karyawan akan menggunakan kembali cara kerja yang lama sehingga memunculkan kembali masalah yang telah terselesaikan itu.
- (2) Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandarisasikan dan didokumentasikan, maka terdapat kemungkinan setelah periode waktu tertentu apabila terjadi pergantian manajemen dan karyawan, orang baru kan menggunakan cara kerja yang akan memunculkan kembali masalah yang sudah pernah terselesaikan oleh manajemen dan karyawan terdahulu. Menurut Pande dan Holpp (2005) tugas-tugas khusus *control* yang harus diselesaikan oleh tim DMAIC adalah:
 - (a) Mengembangkan proses monitoring untuk melacak perubahan-perubahan yang harus ditentukan.
 - (b) Menciptakan rencana tanggapan untuk menangani masalah-masalah yang mungkin muncul.
 - (c) Membantu memfokuskan perhatian manajemen terhadap ukuran-ukuran kritis yang memberikan informasi terkini mengenai hasil dari proyek (Y) dan terhadap ukuran-ukuran proses kunci (X).

2.1.9 Analisis Six Sigma Tingkat Lanjut

Penggunaan uji signifikansi statistik dalam analisis Six Sigma dianggap perlu dikarenakan untuk membantu proses Six Sigma dalam menganalisis sebuah proses atau produk. Menurut Pande dan Neuman (2003) uji signifikansi statistik digunakan untuk mengukur dan menganalisis sebuah proses atau produk yang dapat menarik kesimpulan dengan valid dan pasti. Regresi linier sederhana digunakan untuk menentukan hubungan matematis antara sebuah variabel input tunggal atau X dengan sebuah variabel *output*

atau Y. Menurut Rath dan Strong's dalam *Six Sigma Advanced Tools Pocket Guide* (2005), penerapan analisis regresi pada Six Sigma digunakan untuk:

- 1) Memperkirakan tingkat *output* sebuah proses contoh hasil proses, kecacatan produk.
- 2) Menentukan hubungan matematis antara *input* proses dan *output* proses contoh pengaruh *input* pada *output*.
- 3) Memperkirakan ketersediaan sumber daya untuk memuaskan kebutuhan bisnis.
- 4) Memperkirakan siklus waktu produk.

2.1.10 Metode Six Sigma

Ada banyak pengertian mengenai Six Sigma yaitu, Six Sigma dapat diartikan sebagai metode teknis tingkat tinggi yang digunakan oleh para insinyur dan ahli statistika untuk menyelaraskan produk dan proses. Ukuran dan statistik adalah merupakan kunci dari perbaikan atau peningkatan Six Sigma. Definisi lain dari Six Sigma adalah tujuan yang hampir sempurna dalam memenuhi persyaratan pelanggan. Istilah Six Sigma sendiri merujuk kepada target kinerja operasi yang diukur secara statistik dengan hanya 3,4 cacat (*defect*) untuk setiap juta aktifitas atau peluang. (Peter S Pande: *The Six Sigma Way*).

Six Sigma Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Konsep ini pada awalnya dikembangkan oleh perusahaan Motorola di Amerika Serikat. Banyak ahli manajemen kualitas menyatakan bahwa metode Six Sigma Motorola dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri, karena manajemen industri frustrasi terhadap sistem-sistem manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). (Vincent Gaspertz: *Total Quality Management*).

Banyak sistem manajemen kualitas, seperti MBNQA, ISO 9000 dan lain-lain hanya menekankan pada upaya peningkatan terus menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen, tanpa memberikan solusi ampuh bagaimana terobosan-terobosan seharusnya dilakukan untuk menghasilkan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas Six Sigma Motorola mampu menjawab tantangan ini dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep Six Sigma telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defect per million opportunities* atau kegagalan per sejuta kesempatan).

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas Six Sigma, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian Six Sigma dapat dijadikan target kinerja sistem industri. Berikut ini adalah istilah yang umum dalam Six Sigma Motorola (Sumber: Vincent Gaspersz, *Total Quality Management*):

1) *Critical to Quality* (CTQ)

Atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek-praktek yang berdampak langsung kepada kepuasan pelanggan.

2) *Defect*

Kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan pelanggan.

3) *Defects per Million Opportunities* (DPMO)

Ukuran kegagalan dalam Six Sigma yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari Six Sigma adalah 3,4 DPMO.

4) *Proses Kapabilitas*

Kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.

5) *Variasi*

Sesuatu yang dirasakan dan dilihat oleh pelanggan. Six Sigma berfokus untuk mengetahui apa penyebab variasi dan mencegah terjadinya variasi itu, sehingga dapat meningkatkan kapabilitas dari proses.

Tabel 2. 3 Sigma level

DPMO	SIGMA LEVEL	DPMO	SIGMA LEVEL
500,000	<1.5	17,500	3.6
460,000	1.6	107.00	3.8
421,000	1.7	6,210	4
382,000	1.8	3,470	4.2
345,000	1.9	1,870	4.4
309,000	2	968	4.6
242,000	2.2	483	4.8
184,000	2.4	233	5
136,000	2.6	108	5.2
96,000	2.8	48	5.4
66,800	3	21	5.6
44,600	3.2	8	5.8

28,700	3.4	3	6
--------	-----	---	---

2.1.11 Alat-Alat Statistik Dalam Six Sigma

Uraian alat-alat statistik yang digunakan dalam Six Sigma adalah sebagai berikut:

2.1.11.1 Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)

Lembar pemeriksaan adalah alat yang terdiri dari daftar item dan beberapa indikator dari seberapa sering setiap item pada daftar tersebut terjadi. *Check sheet* merupakan alat praktis untuk mengumpulkan, mengelompokkan dan menganalisa data secara sederhana dan mudah. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengumpulkan data menggunakan *check sheet* yaitu:

- 1) Maksud dan tujuan pembuatan *check sheet* dan pengisian data.
- 2) Pengelompokan data benar dan sesuai dengan apa yang ingin diketahui
- 3) *Check sheet* dapat diisi dengan cara cepat dan mudah.

2.1.11.2 Peta Kendali

Peta kontrol pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari *Belt Telephone Laboratories*, Amerika Serikat pada tahun 1924 (Vincent Gaspersz: Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas). Pada dasarnya peta kendali digunakan untuk:

1. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian. Dimana semua nilai rata-rata dan *range* dari sebuah sub group sampel berada dalam batas-batas pengendalian.
2. Memantau proses terus menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik.
3. Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam pengendalian kemampuan proses dapat ditentukan. Pada dasarnya setiap peta kendali memiliki tiga unsur sebagai berikut:
 - a. Garis tengah (*central line*) yaitu rata-rata dari semua sampel yang diteliti.
 - b. BKA (batas kontrol atas) yaitu suatu batas kendali yang berada di atas garis tengah dan BKB (batas kontrol bawah) yaitu batas kendali yang berada di bawah garis tengah.
 - c. Distribusi nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai berada dalam batas kendali maka keadaan dikatakan terkendali.

Peta kendali dapat dibagi atas dua tipe umum yaitu:

- 1) Peta kendali Atribut (sifat) digunakan apabila karakteristik mutu tidak dapat dinyatakan secara numerik. Peta kendali atribut yang sering digunakan adalah:

a. Peta kontrol p

Peta ini menggambarkan bagian yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, langkah-langkah pembuatan peta kendali p adalah sebagai berikut:

- 1) Tentukan ukuran contoh/subgrup yang cukup besar ($n > 30$),
- 2) Kumpulkan banyaknya subgrup (k) sedikitnya 20–25 sub-grup,
- 3) Hitung untuk setiap subgrup nilai proporsi unit yang cacat, yaitu :

$$P = \frac{x}{n}$$

Dimana:

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

- 4) Hitung nilai rata-rata dari p , yaitu $\bar{p}$ dapat dihitung dengan:

$$\bar{p} = \frac{\text{Total Produk cacat}}{\text{Total Produk Diinspeksi}}$$

- 5) Hitung batas kendali CL, UCL dan LCL dari peta kendali p :

$$CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} + (1 - \bar{p})}{2a}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} + (1 - \bar{p})}{2a}}$$

Catatan:

UCL = Upper Control limit/batas pengendalian atas (BPA)

LCL = Lower Control Limit/batas pengendalian bawah (BPB)

b. Peta kontrol np

Peta ini menggambarkan banyaknya unit yang ditolak dalam sampel yang berukuran konstan.

c. Peta kontrol C-CHART

Peta ini menggambarkan banyaknya ketidaksesuaian atau kecacatan dalam sample berukuran konstan. Satu benda yang cacat memuat paling sedikit satu ketidaksesuaian, tetapi sangat mungkin satu unit sample memiliki beberapa ketidaksesuaian, tergantung sifat dasar keandalannya. Langkah-langkah membuat peta kendali C (C-Chart):

- 1) Kumpulkan k = banyaknya subgrup yang akan diinspeksi, usahakan k mencukupi jumlahnya antara $k = 20-25$ subgrup,
- 2) Hitung jumlah cacat setiap subgrup ($= c$),
- 3) Hitung nilai rata-rata jumlah cacat, $\bar{c}$ dan batas atas (UCL) dan batas bawah (LCL) pengendalian untuk peta kendali c dengan rumus rata-rata $\bar{c}$, UCL dan LCL untuk c Chart adalah sebagai berikut:

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{k}$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

- 4) Plot data jumlah cacat dari setiap subgrup yang diperiksa dan amati apakah data tersebut berada dalam pengendalian atau diluar kendali.

d. Peta kontrol u

Peta ini menggambarkan banyaknya ketidaksesuaian dalam satu unit sampel dan dapat dipergunakan untuk ukuran sample tidak konstan. Rumus yang digunakan untuk menghitung $\bar{u}$ rata-rata, Standard deviasi pada U chart adalah sebagai berikut:

$$U_i = \frac{C_i}{N_i}$$

$$\bar{U} = \frac{\sum C_i}{\sum N_i}$$

$$su = \sqrt{\frac{\bar{U}}{N_i}}$$

Dimana:

Ui : Unit cacat per sampel

Ci : Unit cacat ke i

Ni : Jumlah sampel inspeksi ke

Sedang rumus batas pengendalian Atas (UCL) dan Batas Pengendalian Bawah (LCL) untuk U chart adalah sebagai berikut

$$su = \sqrt{\frac{\bar{U}}{N_i}} * (U)$$

$$CL = \bar{U}$$

$$UCL = \bar{U} + z \sqrt{\frac{\bar{U}}{N_i}}$$

$$LCL = \bar{U} - z \sqrt{\frac{\bar{U}}{N_i}}$$

Dimana z = 1, 2, atau 3

Bila menggunakan z = 3 maka

$$UCL = \bar{U} + 3 su$$

$$LCL = \bar{U} - 3 su$$

2) Peta Kendali Variabel

Digunakan apabila karakteristik mutu dapat diukur dan dinyatakan dalam bilangan. Peta kendali variabel dapat dibagi atas:

- a. Peta kendali $\bar{X}$ dan R Pengendali rata-rata ($\bar{X}$) proses tingkat kualitasnya biasanya dengan peta kendali $\bar{X}$. Variabilitas atau pemencaran proses dapat dikendalikan dengan peta kendali atau rentang yang disebut peta R.
- b. Peta kendali $\bar{X}$, MR Digunakan apabila data bersifat individual. Diterapkan pada proses yang menghasilkan produk relatif homogen, misalnya dalam cairan kimia, kandungan mineral dari air, makanan dan lain-lain.

Untuk melakukan pengukuran tingkat kualitas, penulis menggunakan peta kendali untuk data atribut yaitu peta p karena karakteristik yang diamati adalah atributnya. Peta kendali p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau sering disebut cacat) dari item-item dari kelompok yang sedang diinspeksi. Dengan demikian peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Proporsi yang tidak memenuhi syarat didefinisikan sebagai rasio banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu kelompok terhadap total banyaknya item dalam kelompok itu.

Item-item itu dapat mempunyai beberapa karakteristik kualitas yang diuji atau diperiksa. Jika item-item itu tidak memenuhi standar pada satu atau lebih karakteristik yang diperiksa, maka item-item tersebut digolongkan sebagai tidak memenuhi syarat spesifikasi atau cacat. Adapun langkah-langkah pembuatan peta kendali p adalah sebagai berikut:

- (a) Tentukan ukuran contoh atau subgroup yang cukup besar ($n > 30$).
- (b) Kumpulkan banyaknya subgroup (k) yaitu 20-25 subgroup.
- (c) Hitung untuk setiap subgroup nilai proporsi unit yang cacat yaitu:

$$P = \frac{\text{Jumlah Unit Cacat}}{\text{Ukuran Sub Grup}}$$

- (d) Hitung rata-rata dari p yaitu $\bar{p}$ atau dapat dihitung melalui rumus:

$$\bar{P} = \frac{\text{Jumlah Unit Cacat}}{\text{Ukuran Sub Grup}}$$

(e) Hitung batas kendali untuk peta kendali p:

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

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

Plot data proporsi (*persentase*) unit cacat dan amati apakah data itu berada dalam pengendalian atau tidak berada dalam pengendalian.

2.1.11.3 Diagram Sebab Akibat

Diagram ini biasa disebut *fishbone diagram* (diagram tulang ikan) yang pertama kali diperkenalkan tahun 1943 oleh Prof. Kaoru Ishikawa (*Tokyo University*). Diagram sebab akibat adalah suatu alat yang digunakan untuk menemukan factor-faktor yang berpengaruh pada masalah yang akan dipecahkan. Cara pembuatan diagram sebab akibat ini adalah melalui sumbang saran (*brainstorming*) yang merupakan cara yang cukup efektif dalam mencari penyebab permasalahan. Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan berikut: (Vincent Gaspersz: Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas)

- 1) Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
- 2) Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- 3) Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.

Ada lima faktor yang mungkin menjadi penyebab utama dari penyimpangan kualitas yaitu:

- 1) Manusia (*man*)
- 2) Metode kerja (*method*)
- 3) Mesin (*machine*)
- 4) Bahan baku (*material*)
- 5) Lingkungan kerja (*environment*)

Berikut adalah langkah-langkah pembuatan diagram sebab akibat:

1. Memulai dengan pernyataan masalah-masalah utama yang penting untuk diselesaikan.
2. Menuliskan pernyataan masalah tersebut pada kepala ikan yang merupakan akibat. Tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kertas (kepala ikan), kemudian gambar tulang belakang dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.
3. Menuliskan faktor-faktor penyebab utama yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai tulang besar.
4. Menuliskan penyebab-penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab-penyebab utama.
5. Menuliskan penyebab-penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab-penyebab sekunder.
6. Menentukan item-item yang penting dari setiap faktor.
7. Mencatat informasi yang perlu di dalam diagram sebab akibat itu.

2.1.12 FMEA (*Failure Mode And Effects Analysis*)

FMEA adalah suatu cara dimana suatu bagian atau suatu proses yang mungkin gagal memenuhi suatu spesifikasi, menciptakan cacat atau ketidaksesuaian dan dampaknya pada pelanggan bila mode kegagalan itu tidak dicegah atau dikoreksi (Brue, 2002).

Menurut (Gaspersz, 2002), *Failure Mode And Effects Analysis* (FMEA) merupakan teknik analisa risiko secara sirkulatif yang digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan, fasilitas/sistem dapat gagal serta akibat yang dapat ditimbulkannya. Hasil FMEA berupa rekomendasi untuk meningkatkan kehandalan tingkat keselamatan fasilitas, peralatan/sistem. Dalam konteks Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), kegagalan yang dimaksudkan dalam definisi ini merupakan suatu bahaya yang muncul dari suatu proses. Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan cara mengontrol terjadinya kecelakaan kerja yang mempunyai risiko tinggi baik dalam hal akibatnya, kemungkinan terjadinya dan kemudahan pendeteksiannya. Berdasarkan hal itu FMEA merupakan metode yang tepat untuk dilakukan karena metode FMEA mengukur tingkat risiko kecelakaan kerja secara konvensional berdasarkan tiga parameter yaitu keparahan/*Severity* (S), kejadian/*Occurance* (O) dan deteksi/*Detection* (D).

Dikutip dari (Saragih, 2016), Arti FMEA secara harafiah adalah:

- a. *Failure* yaitu prediksi kemungkinan kegagalan atau cacat
- b. *Mode* yaitu penentuan mode kegagalan

- c. *Effect* yaitu identifikasi pengaruh tiap komponen terhadap kegagalan
- d. *Analysis* yaitu tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi terhadap penyebab kegagalan

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk menganalisa dan menemukan:

1. Semua kegagalan-kegagalan yang potensial terjadi pada suatu sistem.
2. Efek-efek dari kegagalan yang terjadi pada sistem
3. Bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalis kegagalan-kegagalan atau efek-efek nya pada sistem.

FMEA terdiri dari beberapa jenis, antara lain sebagai berikut:

- a. *Process*: berfokus pada analisa proses manufaktur dan *assembly*
- b. *Design*: berfokus pada analisa produk sebelum proses produksi
- c. *Concept*: berfokus pada analisa sistem atau subsistem dalam tahap awal desain konsep.
- d. *Equipment*: berfokus pada analisa desain mesin dan perlengkapan sebelum melakukan pembelian.
- e. *Service*: berfokus pada analisa jasa dari proses industri jasa sebelum diluncurkan ke pelanggan.
- f. *System*: berfokus pada analisa fungsi sistem secara global.
- g. *Software*: berfokus pada analisa fungsi software.

FMEA biasanya dilakukan selama tahap konseptual dan tahap awal design dari sistem dengan tujuan untuk meyakinkan bahwa semua kemungkinan kegagalan telah dipertimbangkan dan usaha yang tepat untuk mengatasinya telah dibuat untuk meminimisasi semua kegagalan-kegagalan yang potensial.

Tahapan Pembuatan FMEA secara umum adalah sebagai berikut:

1. Penentuan mode kegagalan yang potensial pada setiap proses
2. Penentuan dampak/efek kegagalan potensial

Dampak kegagalan potensial adalah dampak yang ditimbulkan dari suatu kegagalan terhadap konsumen.

3. Penentuan Nilai *Severity* (S)

Severity adalah peringkat yang menunjukkan tingkat keseriusan efek dari suatu mode kegagalan. *Severity* berupa angka 1 hingga 10, di mana 1 menunjukkan

keseriusan terendah (resiko kecil) dan 10 menunjukkan tingkat keseriusan tertinggi (sangat beresiko). Kriteria *Severity* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. 4 *Rating Severity*

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>
Tidak ada	1	- Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh
Sangat Minor	2	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Pelanggan yang jeli menyadari defect tersebut
Minor	3	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Sebagian pelanggan menyadari defect tersebut
Sangat Rendah	4	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Pelanggan secara umum menyadari defect tersebut
Rendah	5	- Gangguan minor pada lini produksi - Defect tidak mempegaruhi proses berikutnya - Produk dapat beroperasi tetapi tidak sesuai dengan spesifikasi
Sedang	6	- Gangguan minor pada lini produksi - Defect mempegaruhi terjadinya defect atau 1 – 2 prosesberikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Tinggi	7	- Gangguan minor pada lini produksi - Defect mempegaruhi terjadinya defect atau 3 – 4 prosesberikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Sangat Tinggi	8	- Gangguan mayor pada lini produksi - Defect mempegaruhi terjadinya defect atau 5 – 6 prosesberikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Berbahaya Dengan Peringatan	9	- Kegagalan tidak membahayakan operator - Kegagalan langsung menjadi waste - Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan
Berbahaya Tanpa Adanya Peringatan	10	- Dapat membahayakan operator - Kegagalan langsung menjadi waste - Kegagalan akan terjadi tanpa adanya didahului peringatan

4. Identifikasi Penyebab Potensial dari Kegagalan

Penyebab kegagalan yang potensial adalah penyebab potensial yang dapat mengakibatkan terjadinya kegagalan.

5. Penentuan Nilai *Occurrence* (O)

Occurrence adalah ukuran seberapa sering penyebab potensial terjadi. Nilai *occurrence* berupa angka 1 sampai 10, di mana 1 menunjukkan tingkat kejadian rendah atau tidak sering dan 10 menunjukkan tingkat kejadian sering. Nilai *occurrence* dapat ditentukan berdasarkan jumlah kegagalan atau angka Ppk (*performance index*) yaitu angka yang diperoleh dari perhitungan statistik yang menunjukkan *performance* atau *capability* suatu proses dalam menghasilkan produk sesuai spesifikasi. Penentuan nilai *occurrence* juga dapat berdasarkan sejarah kualitas dari produk/proses sejenis. Kriteria *occurrence* sebagai berikut:

Tabel 2. 5 *Rating Occurrence*

Ranking	Kriteria Verbal	Probabilitas Kegagalan
1.	Kegagalan mustahil, tak pernah ada kegagalan yang terjadi dalam proses identik	1 dalam 1.500.000
2.	Hanya kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	1 dalam 150.000
3.	Kegagalan terisolasi berkaitan proses serupa	1 dalam 15.000
4.	Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah besar	1 dalam 2.000
5.		1 dalam 400
6.		1 dalam 80
7.		1 dalam 20
8.	Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan dalam jumlah besar	1 dalam 8
9.	Kegagalan hampir tidak bisa dihindari	1 dalam 3
10.	Kegagalan sangat tinggi	1 dalam 2

5. Identifikasi Metode Pengendalian yang Ada

Pengendali proses adalah metode kontrol yang dapat mencegah terjadinya kegagalan atau mendeteksi terjadinya kegagalan. Pengendali proses dapat berupa *error/mistake proofing*, SPC atau evaluasi (tes/inspeksi).

6. Nilai *Detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan/mengontrolkegagalan yang dapat terjadi. *Detection* berupa angka dari 1 hingga 10, di mana 1 berarti sistem deteksi dengan kemampuan tinggi atau hampir dipastikan suatu mode kegagalan dapat terdeteksi, dan nilai 10 berarti sistemdeteksi dengan kemampuan rendah yaitu sistem deteksi tidak efektif. Kriteria penilaian *detection* sebagai berikut:

Tabel 2. 6 *Rating Detection*

Ranking	Kriteria Verbal	Effect
1	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	Hampi Pasti
2	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	Sangat Tinggi
3	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	Tinggi
4	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	Agak Tinggi
5	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	Sedang
6	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	Rendah
7	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	Sangat Rendah
8	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	Jarang
9	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	Sangat Jarang
10	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi Kegagalan	Hampir Tidak Mungkin

7. *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil perkalian antara *rating severity*, *detectability*, dan *rating occurrence*

$$\mathbf{RPN = (S) \times (D) \times (O)}$$

Keuntungan FMEA antara lain adalah sebagai berikut:

1. FMEA membantu untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi atau mengendalikan cara kegagalan yang berbahaya, meminimasi kerusakan terhadap sistem dan penggunaannya.
2. Meningkatnya keakuratan dari perkiraan terhadap peluang dari kegagalan yang akan dikembangkan, khususnya juga data dari peluang realibilitas didapat dengan menggunakan FMEA.
3. Realibilitas dari produk akan meningkat. Waktu untuk melakukan desain akan dikurangi berkaitan dengan melakukan identifikasi dan perbaikan dari masalah-masalah.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Gula Mojo yang terletak di Kabupaten Sragen. Pabrik Gula Mojo sendiri bergerak pada industri pangan yang memproduksi produk gula kristal putih. Adapun yang akan menjadi objek penelitian adalah kemampuan proses produksi gula kristal putih.

3.2 Jenis data penelitian

Pada penelitian ini akan menggunakan 2 jenis data yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul (Sugiyono, 2018). Data primer dalam penelitian ini berupa pengamatan pada proses produksi dan data hasil wawancara mengenai sebab-sebab yang menyebabkan terjadinya cacat produk pada proses produksi.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen (Sugiyono, 2018). Data sekunder dalam penelitian ini antara lain:

1. Data produksi yang meliputi data jumlah produksi gula kristal putih.
2. Data jumlah cacat dan jenis cacat yang terjadi pada produk gula kristal putih.

3.3 Instrumen penelitian

Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati (Sugiyono, 2018). Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Laptop Asus
2. *Smartphone*
3. Quisioner FMEA
4. *Software* Microsoft Excel 2019
5. *Software* Microsoft Word 2019

3.4 Metode Pengumpulan data

Metode penelitian dan pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti antara lain sebagai berikut:

1) Studi Pustaka

Studi Pustaka dalam penelitian ini merupakan tinjauan komperhensif hasil kerja penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya baik yang telah dipublikasikan atau tidak dipublikasikan dari bidang penelitian yang berkaitan dengan tema penelitian yang dilakukan.

2) Observasi

Pada penelitian ini dilakukannya observasi secara langsung ke lokasi penelitian yaitu di Pabrik Gula Mojo Sragen. Observasi dilakukan dengan melihat kondisi perusahaan secara langsung agar dapat memperoleh gambaran secara jelas akan permasalahan yang ada.

3) Wawancara

Wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada narasumber yang kompeten dan paham terhadap kondisi perusahaan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Pertanyaan yang diberikan terkait dengan permasalahan yang dialami dan upaya penanggulangan yang sudah dilakukan, proses produksi, serta penilaian dari perusahaan.

3.5 Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini pengolahan data dilakukan dengan menggunakan pendekatan DMAIC. Metode Six Sigma, *Fishbone diagram*, FMEA, dan 5W+1H dipilih sebagai metode yang digunakan untuk menentukan tindakan perbaikan atau usulan yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan agar dapat mencapai tujuan dari penelitian ini yaitu meningkatkan kemampuan proses produksi dan merancang perbaikan bagi perusahaan. Pengolahan data dilakukan setelah seluruh data yang dibutuhkan terkumpul. Tahap-tahap pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu (Gaspersz, 2002):

1. *Define*

Pada tahap ini peneliti akan mendefinisikan dan menyeleksi permasalahan yang akan diselesaikan. *Tools* yang akan digunakan pada tahap ini adalah Diagram SIPOC. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Costumer*) merupakan sebuah *tools* yang digunakan dalam metode six sigma yang bertujuan untuk mengetahui aliran proses pembuatan dari bahan dasar tebu hingga menjadi produk jadi yaitu berupa gula kristal

putih sehingga dapat diketahui proses kunci pembuatan kinerja dan proses yang menyebabkan kecacatan pada produk gula kristal putih tersebut.

2. *Measure*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran kemampuan proses produksi yang terjadi di abrik Gula Mojo. Berikut langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan:

1) Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)

Tahap pertama menentukan karakteristik dari CTQ, yaitu dengan memilih objek yang telah ditetapkan sesuai dengan kebutuhan dari spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Dan kemudian ditentukan jenis cacat yang kemungkinan terjadi pada produk hasil produksi.

2) Perhitungan Kemampuan Proses

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan DPMO (*Deffect Per Million Oppurtunity*) dan Nilai Sigma sebelum dilakukannya tahap *analyze* dan *improvement*. DPMO dapat dihitung menggunakan rumus:

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diperiksa} \times \text{CTQ potensial}} \times 1.000.000$$

Untuk menghitung nilai sigma dapat dilakukan menggunakan bantuan *Software* Microsoft Excel 2019 dengan rumus sebagai berikut:

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

3. *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah kualitas terhadap kemampuan proses produksi gula kristal putih dengan menggunakan:

1) Pembuatan Peta Kendali

Pada penelitian ini peta kendali yang digunakan adalah Peta kendali P. Peta kendali P dipilih karena jumlah produksi tiap produk yang berbeda dan jumlah produk yang cacat lebih kecil dari pada jumlah produksi. Adapun perhitungan untuk peta kendali adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung proporsi

$$p = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diperiksa}}$$

- b. Menghitung Mean atau Center Line (CL)

$$\bar{p} = \frac{\text{Keseluruhan produk cacat}}{\text{keseluruhan jumlah produk yang diperiksa}}$$

- c. Menghitung Upper Control Limit (UCL)

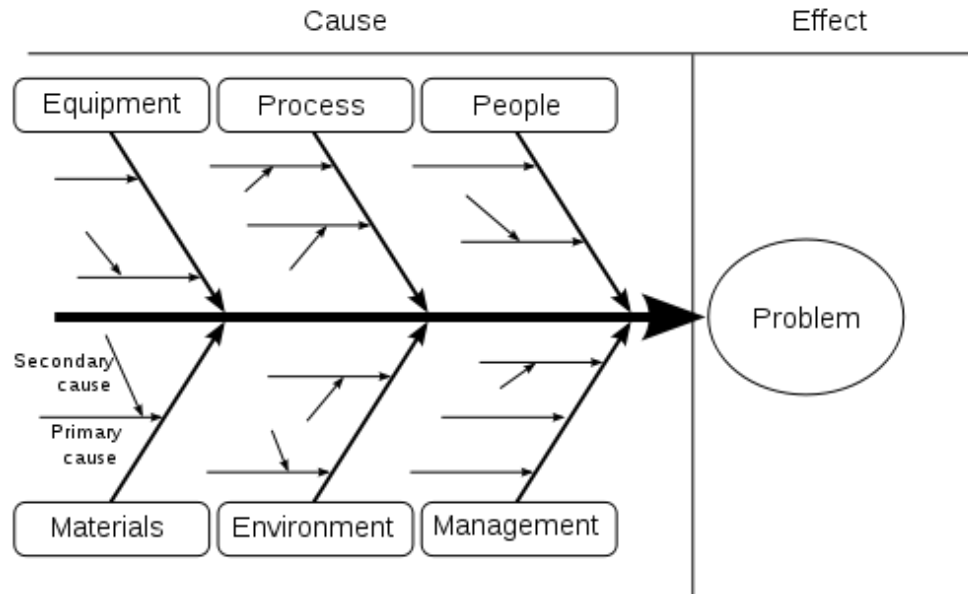
$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

- d. Menghitung Lower Control Limit (LCL)

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

2) Fishbone Diagram

Fishbone Diagram atau diagram sebab-akibat digunakan sebagai pedoman teknis dari fungsi- fungsi operasional proses produksi untuk memaksimalkan nilai-nilai kesuksesan tingkat kualitas produk sebuah perusahaan pada waktu bersamaan dengan memperkecil resiko-resiko kegagalan yaitu dengan menentukan dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan standar yang telah diterapkan oleh perusahaan. Berikut merupakan contoh *fishbone diagram*:



Gambar 3. 1 *Fishbone Diagram*

3) FMEA

Setelah mendapatkan faktor penyebab apa saja yang menyebabkan kecacatan, selanjutnya faktor penyebab tersebut diolah menggunakan metode FMEA. FMEA digunakan untuk menentukan prioritas dari faktor penyebab cacat yang harus segera diperbaiki berdasarkan nilai RPN yang tertinggi. Tahapan yang harus dilakukan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan komponen dari sistem atau alat yang akan dianalisis.

Produk yang akan dianalisa adalah produk gula kristal putih, data pembuatan produk dimulai dari proses penggilingan hingga *finishing*.

2. Identifikasi jenis-jenis kesalahan (*failure mode*).

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi setiap penyimpangan dari spesifikasi yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel yang mempengaruhi produksi.

3. Identifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan dari kesalahan tersebut.

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi akibat atau konsekuensi yang didapat dari failure mode pada tahap setelahnya, operasi, produk, pelanggan, dan atau peraturan pemerintah

4. Identifikasi penyebab (*potential causes*) yang terjadi pada proses yang berlangsung.

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi faktor-faktor apa saja yang dapat membuat produk menjadi gagal.

5. Menetapkan *severity rating* (S).

Severity merupakan dampak dari suatu kegagalan. Nilai *severity* dapat diketahui dengan jelas karena berkaca pada pengalaman. Tingkat *severity* dalam proses FMEA dapat dilihat dalam tabel dibawah.

Tabel 3. 1 Kriteria *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	Kriteria
Tidak ada	1	- Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh
Sangat Minor	2	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Pelanggan yang jeli menyadari <i>defect</i> tersebut
Minor	3	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Sebagian pelanggan menyadari <i>defect</i> tersebut
Sangat Rendah	4	- Gangguan minor pada lini produksi - Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima - Pelanggan secara umum menyadari <i>defect</i> tersebut
Rendah	5	- Gangguan minor pada lini produksi - <i>Defect</i> tidak memengaruhi proses berikutnya - Produk dapat beroperasi tetapi tidak sesuai dengan spesifikasi
Sedang	6	- Gangguan minor pada lini produksi - <i>Defect</i> memengaruhi terjadinya <i>defect</i> atau 1 – 2 proses berikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Tinggi	7	- Gangguan minor pada lini produksi - <i>Defect</i> memengaruhi terjadinya <i>defect</i> atau 3 – 4 proses berikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Sangat Tinggi	8	- Gangguan mayor pada lini produksi - <i>Defect</i> memengaruhi terjadinya <i>defect</i> atau 5 – 6

		proses berikutnya - Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya
Berbahaya Dengan Peringatan	9	- Kegagalan tidak membahayakan operator - Kegagalan langsung menjadi waste - Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan
Berbahaya Tanpa Adanya Peringatan	10	- Dapat membahayakan operator - Kegagalan langsung menjadi waste - Kegagalan akan terjadi tanpa adanya didahului peringatan

6. Menetapkan *occurrence rating* (O).

Occurrence didapatkan dari data aktual. Jika data aktual tidak ada, tim FMEA harus menghitung berapa jumlah kegagalan sering muncul. Tabel dibawah merupakan tingkat *occurrence* dalam proses FMEA.

Tabel 3. 2 Kriteria *Occurance*

Ranking	Kriteria Verbal	Probabilitas Kegagalan
1.	Kegagalan mustahil, tak pernah ada kegagalan yang terjadi dalam proses identik	1 dalam 1.500.000
2.	Hanya kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	1 dalam 150.000
3.	Kegagalan terisolasi berkaitan proses serupa	1 dalam 15.000
4.	Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah besar	1 dalam 2.000
5.		1 dalam 400
6.		1 dalam 80
7.	Umumnya berkaitan dengan peroses terdahulu yang kadang mengalami kegagalandalam jumlah besar	1 dalam 20
8.		1 dalam 8
9.	Kegagalan hampir tidak bisa dihindari	1 dalam 3

10.	Kegagalan sangat tinggi	1 dalam 2
-----	-------------------------	-----------

7. Menetapkan *detection rating* (D).

Detection dilakukan dengan melihat penyebab dan akibat kegagalan. Kemampuan deteksi dikatakan rendah jika tidak ada pengendalian setelah ditemukan kegagalan. Tingkat *detection* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 3 Kriteria *detection*

Ranking	Kriteria Verbal	Effect
1	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	Hampi Pasti
2	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	Sangat Tinggi
3	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	Tinggi
4	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	Agak Tinggi
5	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	Sedang
6	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	Rendah
7	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	Sangat Rendah
8	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	Jarang
9	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	Sangat Jarang
10	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi Kegagalan	Hampir Tidak Mungkin

4. *Improve*

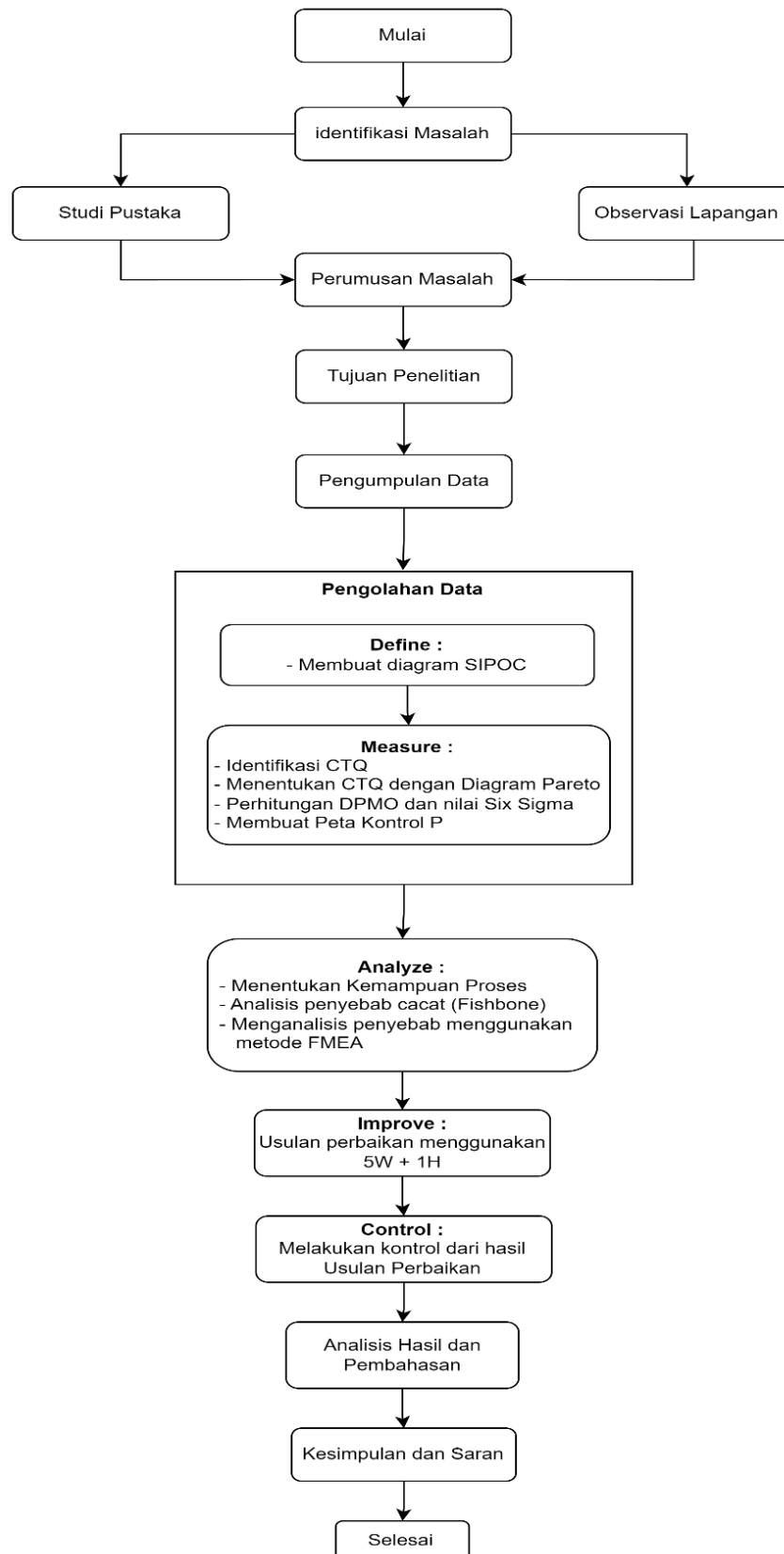
Tahap *improve* merupakan tahap peningkatan kualitas six sigma dengan melakukan pengukuran yang dilihat dari peluang, kerusakan, proses kapabilitas saat ini, rekomendasi ulasan perbaikan, menganalisa kemudian Tindakan perbaikan dilakukan. Pada tahap ini merupakan pelaksanaan dari aktivitas perbaikan berdasarkan hasil analisa dari tahap sebelumnya sehingga dapat meningkatkan performansi kualitas. Proses perbaikan dapat dilakukan dengan menggunakan metode 5W+1H pada mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi yang sebelumnya sudah ditentukan menggunakan Metode FMEA.

5. *Control*

Tahapan *control* bertujuan untuk mengevaluasi dan mengendalikan hasil peningkatan kualitas dengan memastikan level baru kinerja dalam kondisi standar dan terjaga nilai-nilai peningkatannya yang kemudian didokumentasikan dan disebarluaskan yang berguna sebagai langkah perbaikan untuk kinerja proses berikutnya. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan nilai SQL (*sigma quality level*) dan menurunkan nilai *defect per million opportunities* (DPMO)

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian atau *Flowchart diagram* dipakai untuk memberi citra dan langkah-langkah dalam waktu melakukan penelitian. Dimana diagram ini berbentuk bagan yang menjelaskan proses-proses dalam penelitian serta mempermudah dalam memahami aliran proses dari awal hingga akhir penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada sub bab ini berisikan data-data yang digunakan dalam menunjang penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data aliran proses produksi gula kristal putih. Selain itu, dilakukan pengumpulan data produksi khususnya data yang digunakan untuk mendukung penelitian seperti data jumlah produksi dan data produk defect pada bulan Februari - Maret tahun 2023 pada Pabrik Gula Mojo Sragen.

4.1.1 Data Produksi

Berikut merupakan data jumlah produksi Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Mojo pada bulan Februari - Maret 2023:

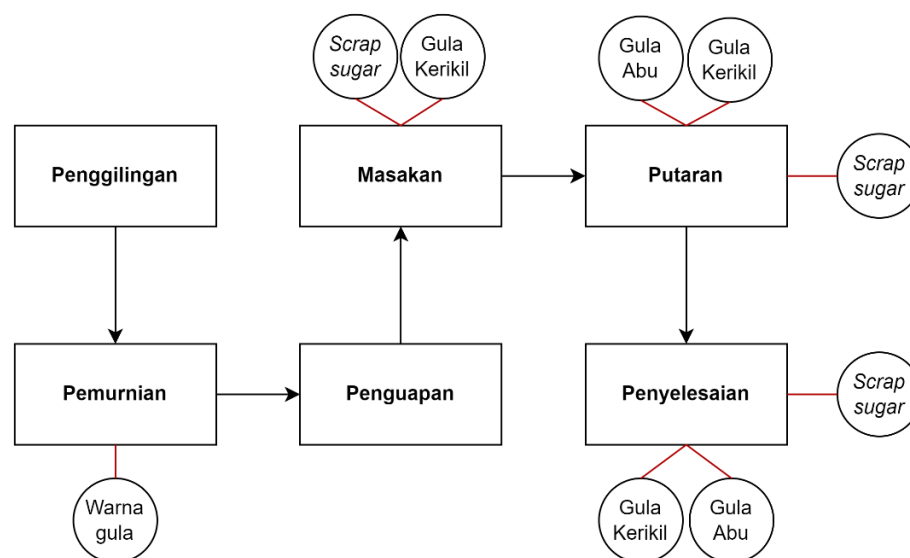
Tabel 4. 1 Data Produksi Gula

No	Tanggal	Produksi Gula (kg)	Keterangan
1	2 Februari 2023	0	Start Giling
2	3 Februari 2023	20.400	
3	4 Februari 2023	56.800	
4	5 Februari 2023	126.400	
5	6 Februari 2023	42.000	
6	7 Februari 2023	113.100	
7	8 Februari 2023	104.700	
8	9 Februari 2023	0	Tebu Habis
9	10 Februari 2023	12.200	
10	11 Februari 2023	42.000	
11	12 Februari 2023	92.500	
12	13 Februari 2023	115.500	
13	14 Februari 2023	33.000	
14	15 Februari 2023	0	Tebu Habis
15	16 Februari 2023	44.100	
16	17 Februari 2023	89.000	
17	18 Februari 2023	110.000	
18	19 Februari 2023	110.500	
19	20 Februari 2023	118.500	
20	21 Februari 2023	129.600	
21	22 Februari 2023	148.400	
22	23 Februari 2023	123.000	
23	24 Februari 2023	20.800	

24	25 Februari 2023	84.700	
25	26 Februari 2023	141.700	
26	27 Februari 2023	131.900	
27	28 Februari 2023	150.000	
28	1 Maret 2023	108.400	
29	2 Maret 2023	142.600	
30	3 Maret 2023	140.000	
31	4 Maret 2023	156.000	
32	5 Maret 2023	110.200	
34	6 Maret 2023	127.600	
Jumlah		2.945.600	

4.1.2 Data Produk Cacat

Cacat pada produk dapat mempengaruhi tidak terpenuhinya kebutuhan pelanggan terhadap produk. Berikut merupakan tahapan proses produksi gula kristal putih:



Gambar 4. 1 Proses produksi Gula

Proses produksi gula kristal putih dimulai dari tahap penggilingan, dimana tebu yang telah selesai disortir dan telah dilakukan penimbangan selanjutnya tebu dimasukkan ke proses penggilingan untuk pemerasan nira tebu. Kemudian nira tebu akan masuk ke proses pemurnian dimana pada tahap ini dilakukan pemisahan kotoran dari nira tebu dengan bantuan gas belerang (SO_2) dan air kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Apabila pada proses pemurnian tidak berjalan dengan optimal maka akan menyebabkan kemungkinan warna gula yang tidak memenuhi standar karena nira yang akan masuk ke proses selanjutnya masih kotor. Tahap penguapan berfungsi untuk mengentalkan nira, dimana jika pada

proses ini tidak berjalan optimal akan menimbulkan resiko berupa kehilangan sukrosa sehingga sukrosa yang seharusnya dapat dikristalkan menjadi gula berkurang. Selanjutnya pada proses masakan dimana proses ini bertujuan untuk mengkristalkan gula. Resiko cacat yang akan terjadi bila proses ini tidak optimal yaitu adanya cacat berupa *scrap sugar*, gula kerikil dan gula abu. Tahap terakhir yaitu puteran, dimana pada tahap ini bertujuan memisahkan kristal gula dari larutan induk dan apabila proses ini tidak berjalan dengan baik resiko cacat yang akan terjadi yaitu adanya cacat berupa *scrap sugar*, gula kerikil dan gula abu. Berikut merupakan data produk cacat Gula Kristal Putih pada bulan Februari - Maret 2023:

Tabel 4. 2 Data jumlah produk cacat

No	Tanggal	Produksi Gula (kg)	Jumlah Cacat			Total Cacat
			Kerikil	Abu	<i>Scrap Sugar</i>	
1	2 Februari 2023	0	-	-	-	0
2	3 Februari 2023	20.400	470	172	335	977
3	4 Februari 2023	56.800	536	186	418	1240
4	5 Februari 2023	126.400	608	147	354	1109
5	6 Februari 2023	42.000	371	190	396	957
6	7 Februari 2023	113.100	338	115	370	923
7	8 Februari 2023	104.700	566	165	383	1114
8	9 Februari 2023	0	-	-	-	0
9	10 Februari 2023	12.200	430	220	915	1565
10	11 Februari 2023	42.000	425	202	462	1089
11	12 Februari 2023	92.500	629	184	415	1228
12	13 Februari 2023	115.500	573	212	386	1171
13	14 Februari 2023	33.000	418	306	310	1034
14	15 Februari 2023	0	-	-	-	0
15	16 Februari 2023	44.100	402	312	300	1014
16	17 Februari 2023	89.000	506	208	353	1067
17	18 Februari 2023	110.000	547	304	373	1224
18	19 Februari 2023	110.500	345	236	472	1053
19	20 Februari 2023	118.500	310	201	315	826
20	21 Februari 2023	129.600	424	162	312	898
21	22 Februari 2023	148.400	330	190	365	885
22	23 Februari 2023	123.000	304	210	352	866
23	24 Februari 2023	20.800	603	205	401	1209
24	25 Februari 2023	84.700	396	354	398	1148
25	26 Februari 2023	141.700	515	380	307	1102
26	27 Februari 2023	131.900	338	128	320	786
27	28 Februari 2023	150.000	370	157	385	912
28	1 Maret 2023	108.400	356	271	378	1005

29	2 Maret 2023	142.600	315	244	358	917
30	3 Maret 2023	140.000	346	225	323	894
31	4 Maret 2023	156.000	327	313	363	1003
32	5 Maret 2023	110.200	528	216	314	958
34	6 Maret 2023	127.600	434	195	317	946
Jumlah		2.945.600	13.060	6.610	11.450	31.120

Berdasarkan data diatas dapat terlihat bahwa jenis cacat yang memiliki jumlah terbanyak selama produksi adalah gula berbentuk kerikil sebanyak 13.060 kg, *Srap Sugar* atau gula basah sebanyak 11.450 kg dan gula berbentuk Abu sebanyak 6.610. Berikut merupakan penjelasan dari jenis-jenis cacat yang ada pada produksi Gula Kristal Putih:

1. Warna Gula

Cacat warna gula yaitu cacat gula dimana gula memiliki bilangan ICUMSA > 300 , warna gula yang seharusnya bewarna putih bersih menjadi bewarna kecoklatan. Jenis cacat ini muncul pada stasiun pemurnian.



Gambar 4. 2 Warna Gula

2. Gula Kerikil

Cacat krikilan merupakan gula yang ukurannya melebihi standar yang telah ditentukan, yakni sebesar $> 1,2$ mm. Jenis cacat ini muncul pada stasiun masakan, stasiun puteran dan stasiun penyelesaian.



Gambar 4. 3 Gula Kerikil

3. Gula Abu

Debu an merupakan gula yang ukurannya kurang dari standar yang telah ditentukan, yakni $< 0,8$ mm cacat jenis ini dapat ditemukan pada stasiun puteran dan penyelesaian.



Gambar 4. 4 Gula Abu

4. *Srcap Sugar*

Scrap sugar atau gula sekrup merupakan gula yang menempel pada bejana dan peralatan distribusi gula. Gula ini dapat ditemukan pada saat proses produksi selesai, yaitu pada saat proses pembersihan peralatan kerja. Gula ini memiliki

bilangan ICUMSA > 300 (warna coklat tua), kadar air > 0,1% (lengket) dan berat jenisnya kurang dari 0,8 mm.



Gambar 4. 5 *Srcap Sugar*

4.1.3 Penentuan Kebutuhan Konsumen (*Costumer Need*)

Costumer dalam penelitian ini adalah kepala bagian produksi atau aspek produksi di perusahaan atau bisa dikatakan pihak *expert*. Penentuan *costumer need* ini dilakukan dengan mewawancarai pihak *expert* untuk mengidentifikasi atribut proses apa saja yang diperlukan untuk meningkatkan kemampuan proses produksi di PG Mojo Sragen. Dari hasil wawancara didapatkan atribut yang diperlukan sebagai berikut:

Tabel 4. 3 *Atribut Kebutuhan Konsumen*

No.	Atribut Kebutuhan Konsumen
1.	Kondisi Mesin Baik
2.	Bahan baku berkualitas
3.	Lingkungan kerja yang nyaman
4.	Proses pemurnian sempurna
5.	Proses penguapan sempurna
6.	Proses pengkristalan sempurna
7.	Proses puteran sempurna

4.1.4 Penentuan Importance Ratting

Importance ratting atau nilai kepentingan atribut ini diberikan oleh pihak yang sudah *expert* dalam bidangnya. Pemberian *importance ratting* bertujuan untuk mengetahui seberapa penting *costumer requirement* tersebut. Nilai *importance ratting* yang dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4. 4 Penentuan *Importance Ratting*

Kebutuhan Konsumen	<i>Importance Ratting</i>
Kondisi Mesin Baik	5
Bahan baku berkualitas	4,5
Lingkungan kerja yang nyaman	4
Proses pemurnian sempurna	5
Proses penguapan sempurna	4,5
Proses pengkristalan sempurna	5
Proses puteran sempurna	4,5

4.1.5 Menentukan Karakteristik Teknis dan Target Spesifikasi

Technical Requirement merupakan penerjemahan atribut *costumer requirement* dalam bentuk teknis agar dapat dijalankan secara langsung. Pada bagian ini terdapat target spesifik yang akan ditetapkan berdasarkan kemampuan perusahaan yang telah ditetapkan. *Technical Requirement* dari masing-masing atribut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 5 Persyaratan Teknis

No.	Atribut Kebutuhan Konsumen	Persyaratan Teknis	Target Spesifikasi
1.	Kondisi Mesin Baik	Pemeliharaan mesin	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan rutin ketika tidak produksi • Melakukan Pemeliharaan dilakukan 15 hari sekali seperti ganti oli, dll
2.	Bahan baku berkualitas	Pengecekan material	<ul style="list-style-type: none"> • Material manis • Material bersih • Material segar

3.	Lingkungan kerja yang nyaman	Pemeliharaan lingkungan kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan lingkungan kerja secara rutin • Pemberian alat untuk mengurangi bising • Pemberian ventilasi udara
4.	Proses pemurnian sempurna	Pengaturan parameter proses pemurnian	<ul style="list-style-type: none"> • pH nira 7,0 • Suhu 75°C
5.	Proses penguapan sempurna	Pengaturan parameter proses penguapan	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu evaporator 1-5 yaitu 110°C - 60°C suhunya menurun. • Brix 60-65%
6.	Proses kristalisasi sempurna	Pengaturan parameter proses kristalisasi	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu sekitar 60°C • HK masakan 78-82%, brix 95-96%
7.	Proses puteran sempurna	Pengaturan parameter proses puteran	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan putar 900 rpm • Ukuran gula 0,8 - 1,2 mm

4.2 Pengolahan Data

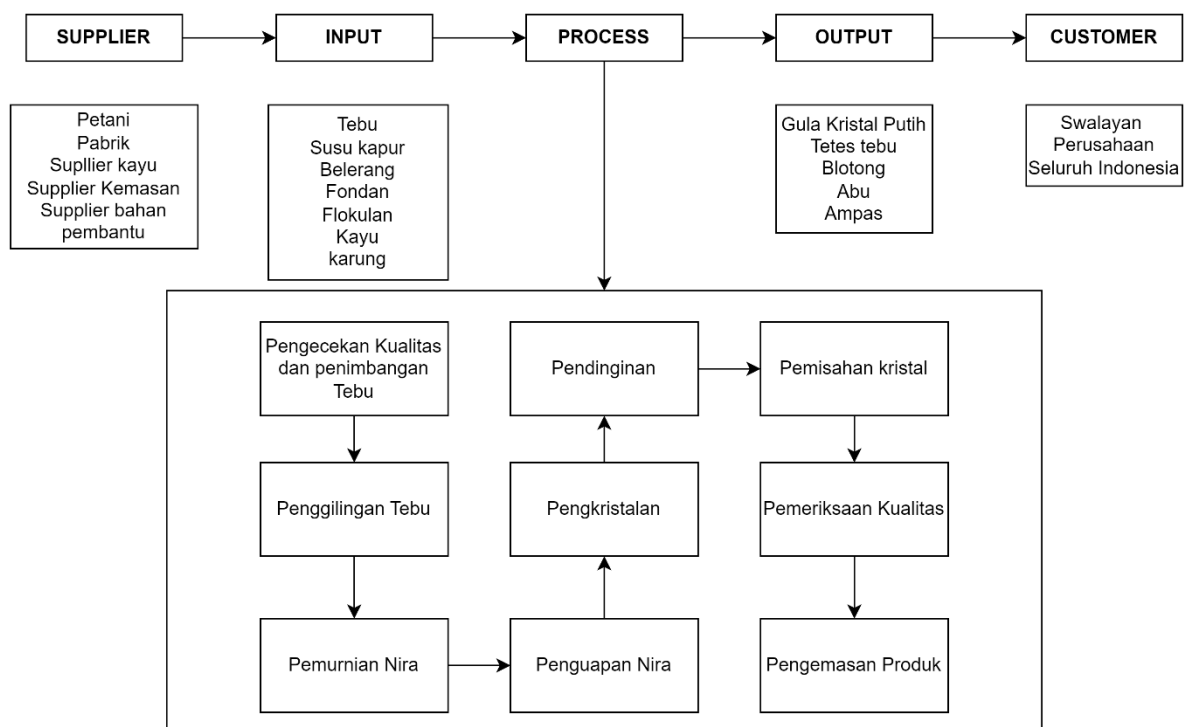
Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui tingkat cacat produk gula kristal putih di Pabrik Gula Mojo Sragen serta untuk mengetahui karakteristik dominan cacat produk. Selain itu untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian yang berpengaruh terhadap kualitas produk serta langkah perbaikan dalam peningkatan kualitas sehingga dapat dikontrol dalam pengendalian kualitas produk perusahaan. Dalam pengolahan data ini dilakukan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*). Namun pada penelitian ini hanya akan melakukan pengolahan data hingga tahap *Improve* saja, sedangkan tahap *Control* akan dilakukan oleh perusahaan sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan.

4.2.1 Tahap Define

Tahap *define* adalah tahap pertama dalam peningkatan kualitas menggunakan Six Sigma dimana tahap ini bertujuan untuk menentukan dan mendefinisikan masalah serta menyatakan tujuan dari proyek Six Sigma.

4.2.1.1 Pembuatan Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Costumer*) menggambarkan mengenai aliran proses produksi gula kristal putih yang dimulai dari kegiatan pengadaan bahan baku dari supplier hingga pengiriman produk jadi kepada costumer. Berikut merupakan diagram SIPOC pada produk gula kristal putih di PG Mojo Sragen:



Gambar 4. 6 Diagram SIPOC produk gula kristal putih

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat aliran proses produksi yang terjadi di perusahaan. Aliran produksi tersebut dimulai dari pengadaan bahan baku oleh supplier yaitu petani, supplier kayu, supplier bahan pembantu dan supplier kemasan. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi gula kristal putih tentunya adalah tebu dan bahan pembantu lain berupa susu kapur, belerang, fondan, flokulan, kayu dan karung. Lalu bahan tersebut tersebut akan diproses hingga menjadi produk jadi berupa produk utama yaitu gula kristal putih dan produk sekunder berupa tetes, blotong, abu dan ampas tebu. Produk tersebut akan dikirimkan kepada beberapa swalayan, perusahaan dan *customer*

yang tersebar di seluruh Indonesia. Sedangkan produk sekunder akan dipasarkan kepada *customer* setempat.

4.2.2 Tahap *Measure*

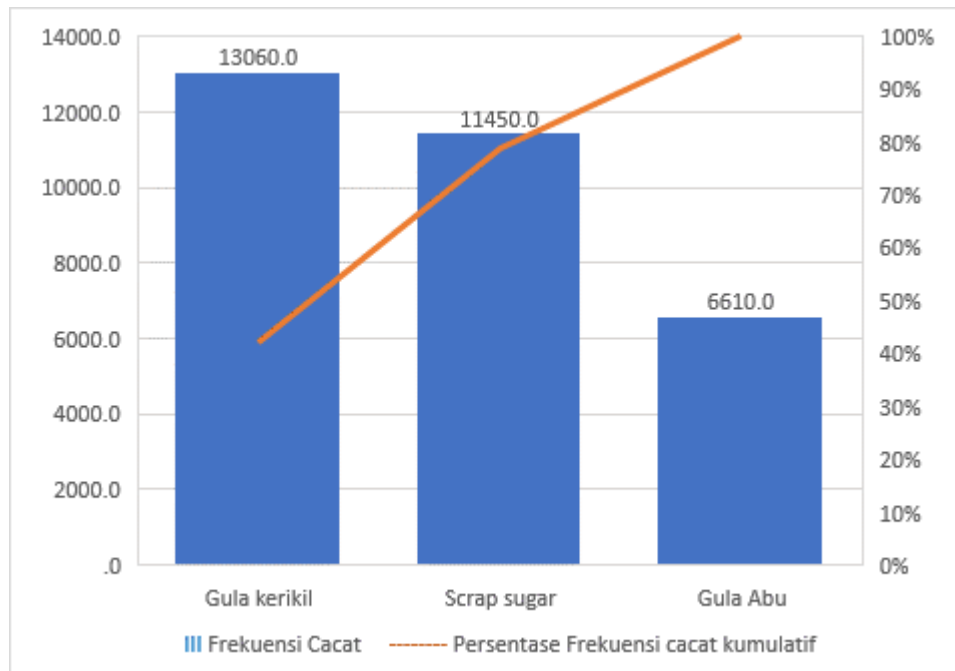
Tahap *measure* merupakan langkah kedua dalam pengendalian kualitas menggunakan metode Six Sigma DMAIC. Pada tahap ini menentukan CTQ yang berpengaruh terhadap kebutuhan pelanggan dan menentukan karakteristik kualitas (CTQ) potensial terkait dengan proses tersebut dibuat dalam *diagram pareto* terhadap jenis cacat yang mempengaruhi kualitas. Kemudian melakukan perhitungan untuk mengetahui nilai DPMO dan tingkat sigma.

4.2.2.1 Menentukan CTQ Potensial dan Diagram Pareto

Karakteristik kualitas atau jenis cacat sangat berkaitan erat dengan data atribut. Penentuan CTQ ini didapatkan dari data perusahaan. Data penelitian yang digunakan dimulai dari bulan Februari 2023 hingga Maret 2023. Masing-masing CTQ dihitung persentasenya untuk menentukan CTQ mana yang menjadi prioritas utama untuk dilakukannya perbaikan. Berikut ini adalah data CTQ pada produk gula kristal putih di PG Mojo Sragen:

Tabel 4. 6 Persentase Jenis Cacat

No	Jenis Cacat	Frekuensi Cacat	Persentase Frekuensi Cacat	Persentase Frekuensi Cacat Kumulatif
1.	Gula kerikil	13.060	42%	42%
2.	<i>Scrap sugar</i>	11.450	37%	79%
3.	Gula Abu	6.610	21%	100%
Jumlah		31.120	100%	



Gambar 4. 7 Diagram Pareto

Diagram *pareto* ini juga digunakan sebagai alat menganalisis data atribut yaitu untuk mengetahui CTQ potensial apa yang frekuensinya paling tinggi menimbulkan kegagalan. Dari diagram *pareto* dan tabel di atas dapat diketahui bahwa terdapat 3 CTQ atau jenis cacat yang sering terjadi selama proses produksi produk berlangsung. Jenis cacat yang paling dominan dengan *persentase* tertinggi adalah gula kerikil sebesar 42%, kemudian jenis cacat *scrap sugar* dengan *persentase* sebesar 37%, dan jenis cacat gula abu *persentase* sebesar 21%.

4.2.2.2 Menghitung Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Perhitungan kemampuan proses bertujuan untuk mengetahui sejauh mana output akhir dari proses dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Data diambil dari data historis perusahaan periode Februari 2023 hingga Maret 2023. Hasil pengukuran pada tingkat *output* berupa data atribut, yang akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO dan kapabilitas sigma. Pada penelitian ini, perhitungan DPMO dan nilai sigma dilakukan menggunakan *Software* Microsoft Excel 2019. Sebelumnya, untuk mengetahui nilai DPMO harus diketahui jumlah produksi, jumlah cacat produk dan jenis cacat yang terjadi. Berdasarkan data historis, pada bulan Februari 2023 hari pertama jumlah produksi yang ditemukan cacat sebesar 20.400 kg dengan jumlah produk cacat sebanyak 977 kg dan jumlah *Critical To Quality* (CTQ) sebanyak 3 jenis cacat, sehingga diperoleh hasil DPMO sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diperiksa} \times CTQ \text{ potensial}} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{977}{20.400 \times 3} \times 1.000.000 = 15.964,05$$

Setelah nilai DPMO diketahui, langkah selanjutnya adalah mengonversi nilai DPMO ke nilai sigma. Dalam mengonversikan nilai DPMO ke nilai sigma dapat menggunakan *software Ms. Excel* dengan rumus sebagai berikut:

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

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{15.964,05}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Nilai Sigma} = 3,65$$

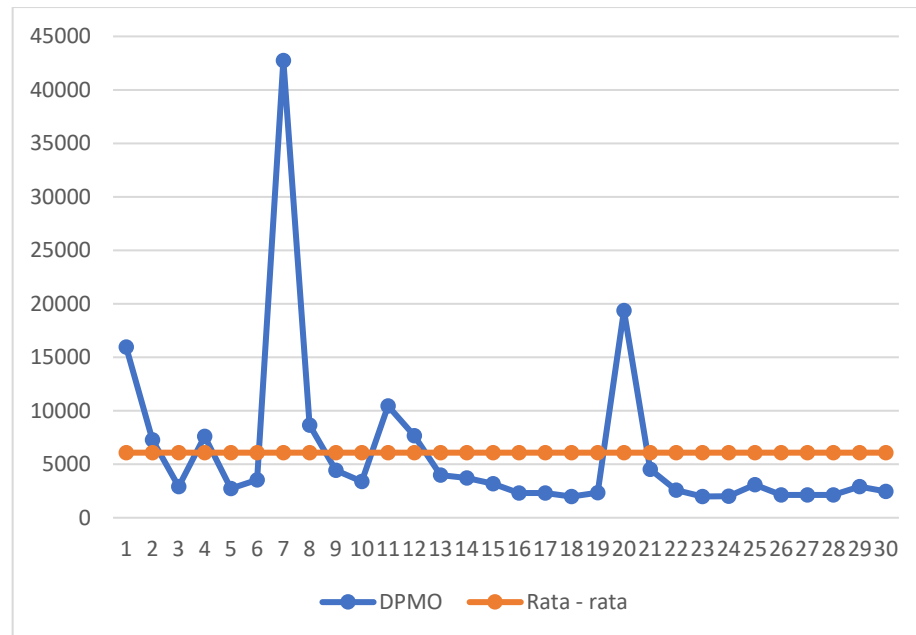
Sedangkan, untuk hasil dari perhitungan DPMO dan tingkat Sigma produksi gula kristal putih pada periode bulan Februari 2023 – Maret 2023 dapat dilihat pada tabel 4.7 :

Tabel 4. 7 Perhitungan DPMO dan Sigma

Periode	Jumlah Produksi (kg)	Jumlah Produk Cacat (kg)	CTQ	DPMO	Tingkat Sigma
1.	20.400	977	3	15.964,05	3,65
2.	56.800	1240	3	7.277	3,94
3.	126.400	1109	3	2.924,58	4,26
4.	42.000	957	3	7.595,24	3,93
5.	113.100	923	3	2.720,31	4,28
6.	104.700	1114	3	3.546,64	4,19
7.	12.200	1565	3	42.759,56	3,22
8.	42.000	1089	3	8.642,86	3,88
9.	92.500	1228	3	4.425,23	4,12
10.	115.500	1171	3	3.379,51	4,21

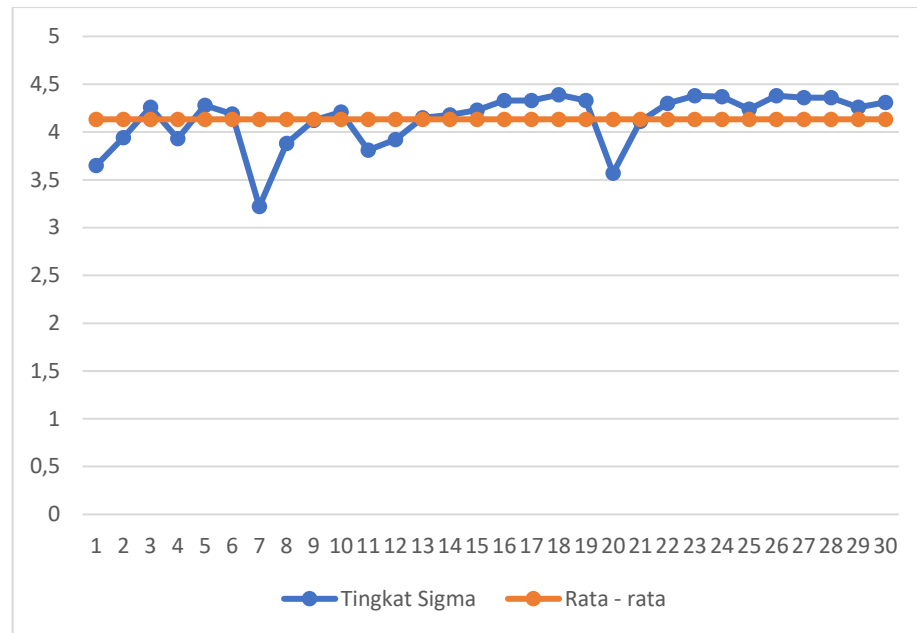
11.	33.000	1034	3	10.444,44	3,81
12	44.100	1014	3	7.664,4	3,92
13.	89.000	1067	3	3.996,25	4,15
14.	110.000	1224	3	3.709,09	4,18
15.	110.500	1053	3	3.176,47	4,23
16.	118.500	826	3	2.323,49	4,33
17.	129.600	898	3	2.309,67	4,33
18.	148.400	885	3	1.987,87	4,38
19.	123.000	866	3	2.346,88	4,33
20.	20.800	1209	3	19.375	3,57
21.	84.700	1148	3	4.517,91	4,11
22.	141.700	1102	3	2.592,33	4,3
23.	131.900	786	3	1.986,35	4,39
24.	150.000	912	3	2.026,67	4,37
25.	108.400	1005	3	3.090,41	4,24
26.	142.600	917	3	2.143,53	4,37
27.	140.000	894	3	2.128,57	4,36
28.	156.000	1003	3	2.143,16	4,36
29.	110.200	958	3	2.897,76	4,26
30.	127.600	946	3	2.471,26	4,31
Total	2.945.600	31.120	3	3.521,63	4,19
Rata - Rata				6.085,55	4,13

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat terdapat 3 CTQ potensial yaitu gula kerikil, *scrap sugar* dan gula abu dengan jumlah produksi sebanyak 2.945.600 kg. Adapun sebaran DPMO dan nilai sigma untuk data atribut ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4. 8 Grafik Nilai DPMO

Berdasarkan grafik nilai DPMO di atas, pola DPMO masih belum konsisten. Pola DPMO masih bervariasi naik turun selama periode 1 bulan yang menunjukkan bahwa proses belum dikelola dengan baik. DPMO dengan nilai tertinggi berada pada hari ke-7 sebesar 42.759,56. Kemudian nilai terendah berada pada hari ke-23 dengan nilai DPMO sebesar 1.986,35 dengan rata-rata DPMO sebesar 6.085,55. Rata-rata DPMO yang diperoleh digunakan sebagai baseline kinerja untuk digunakan sebagai acuan peningkatan dalam periode selanjutnya. Suatu proses yang dikendalikan dan ditingkatkan secara berkala akan menunjukkan pola DPMO yang menurun sepanjang waktu.



Gambar 4. 9 Grafik Nilai Sigma

Berdasarkan grafik tingkat sigma di atas, dapat dilihat bahwa pola nilai sigma belum konsisten. Pola nilai sigma masih bervariasi naik turun selama periode 1 bulan yang menunjukkan bahwa proses produksi belum dikelola dengan baik. Nilai sigma dengan nilai tertinggi berada pada hari ke-23 dengan nilai sigma sebesar 4,38. Kemudian nilai terendah berada pada hari ke-7 dengan nilai sigma sebesar 3,22, dengan rata - rata nilai sigma sebesar 4,13. Rata-rata nilai sigma yang diperoleh digunakan sebagai *baseline* kinerja untuk digunakan sebagai acuan peningkatan dalam periode selanjutnya. Suatu proses yang dikendalikan dan ditingkatkan secara berkala akan menunjukkan pola nilai sigma yang terus naik sepanjang waktu.

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa proses pembuatan gula kental putih memiliki kemampuan proses yang masih jauh dari target yang ingin dicapai oleh perusahaan. Berdasarkan hasil diskusi bersama, pihak perusahaan menetapkan target six sigma pada level 4,5 sigma. Hal ini dikarenakan perusahaan menginginkan peningkatan kemampuan proses produksi secara bertahap dan perlahan. Oleh karena itu perusahaan harus segera melakukan perbaikan pada proses produksi agar target six sigma tersebut dapat tercapai.

4.2.3 Tahap *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah kualitas terhadap kemampuan proses produksi gula kristal putih. Pada tahap ini *tools* yang digunakan adalah *Fishbone Diagram* dan FMEA.

4.2.3.1 Penentuan Peta Kendali

Pada suatu proses produksi, terdapat kemungkinan terjadinya penyimpangan penyimpangan dari output yang dihasilkan. Peta kendali merupakan alat analisis yang dibuat mengikuti metode statistik, dimana data yang terkait dengan kualitas produk akan diuraikan dalam sebuah peta kendali. Peta kendali yang digunakan ialah peta kendali *P* (*P-chart*) karena data yang digunakan adalah jenis cacat berupa cacat pada fisik gula dan jumlah produk cacat yang dihasilkan bervariasi. Langkah-langkah pembuatan peta kontrol *p* adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan bervariasi untuk tiap pemeriksaan
2. Menghitung proporsi produk cacat (*p*)

$$p = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diperiksa}}$$

3. Menentukan garis pusat (*CL*)

$$\bar{p} = \frac{\text{Keseluruhan produk cacat}}{\text{keseluruhan jumlah produk yang diperiksa}}$$

$$\bar{p} = \frac{31.120}{2.945.600} = 0,0105$$

4. Menentukan batas kendali untuk peta kontrol *p*

- a) Penentuan *Upper Control Limit* (*UCL*)

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \\ &= 0,0105 + 3 \sqrt{\frac{0,0105(1 - 0,0105)}{20.400}} \end{aligned}$$

- b) Penentuan *Lower Control Limit* (*LCL*)

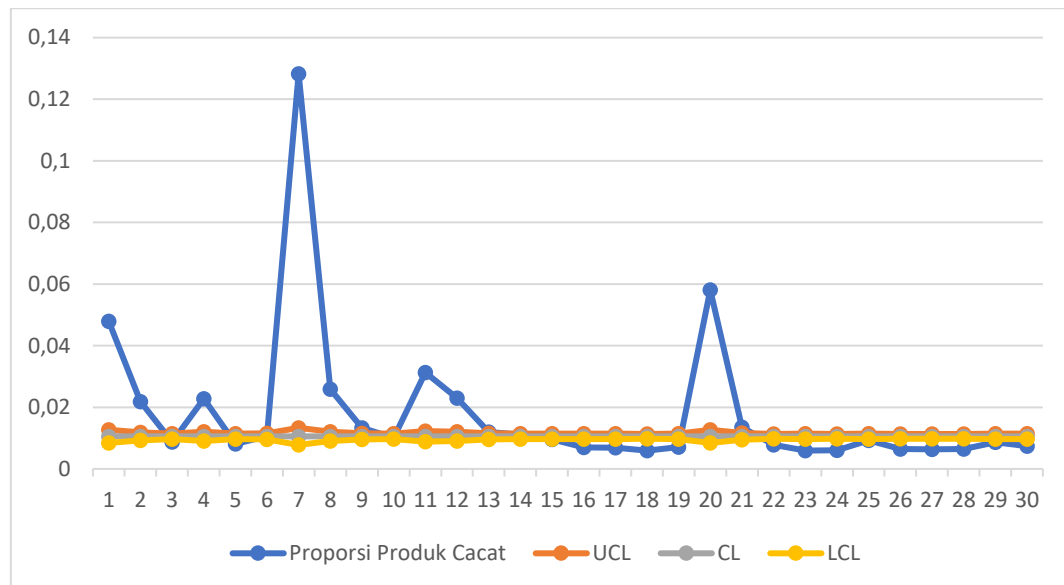
$$\begin{aligned} LCL &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \\ &= 0,0105 - 3 \sqrt{\frac{0,0105(1 - 0,0105)}{20.400}} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan batas kendali peta kontrol p dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 8 Perhitungan Batas Kendali

Periode	Jumlah Produksi (kg)	Jumlah Produk Cacat (kg)	Proporsi Produk Cacat	UCL	CL	LCL
1.	20.400	977	0,048	0,0127	0,0105	0,0084
2.	56.800	1240	0,022	0,0118	0,0105	0,0092
3.	126.400	1109	0,0087	0,0114	0,0105	0,0097
4.	42.000	957	0,023	0,012	0,0105	0,0090
5.	113.100	923	0,0082	0,0114	0,0105	0,0096
6.	104.700	1114	0,011	0,0115	0,0105	0,0096
7.	12.200	1565	0,13	0,0133	0,0105	0,0077
8.	42.000	1089	0,026	0,012	0,0105	0,009
9.	92.500	1228	0,013	0,0115	0,0105	0,0095
10.	115.500	1171	0,01	0,0114	0,0105	0,0096
11.	33.000	1034	0,031	0,0122	0,0105	0,0088
12.	44.100	1014	0,023	0,012	0,0105	0,0091
13.	89.000	1067	0,012	0,0115	0,0105	0,0095
14.	110.000	1224	0,011	0,0114	0,0105	0,0096
15.	110.500	1053	0,01	0,0114	0,0105	0,0096
16.	118.500	826	0,007	0,0114	0,0105	0,0096
17.	129.600	898	0,007	0,0114	0,0105	0,0097
18.	148.400	885	0,006	0,0113	0,0105	0,0097
19.	123.000	866	0,007	0,0114	0,0105	0,0096
20.	20.800	1209	0,058	0,0126	0,0105	0,0084
21.	84.700	1148	0,014	0,0116	0,0105	0,0095
22.	141.700	1102	0,008	0,0113	0,0105	0,0097
23.	131.900	786	0,006	0,0114	0,0105	0,0097
24.	150.000	912	0,006	0,0113	0,0105	0,0097
25.	108.400	1005	0,009	0,0114	0,0105	0,0096

26.	142.600	917	0,006	0,0113	0,0105	0,0097
27.	140.000	894	0,006	0,0113	0,0105	0,0097
28.	156.000	1003	0,006	0,0113	0,0105	0,0097
29.	110.200	958	0,009	0,0114	0,0105	0,0096
30.	127.600	946	0,007	0,0114	0,0105	0,0097
Total	2.945.600	31.120				

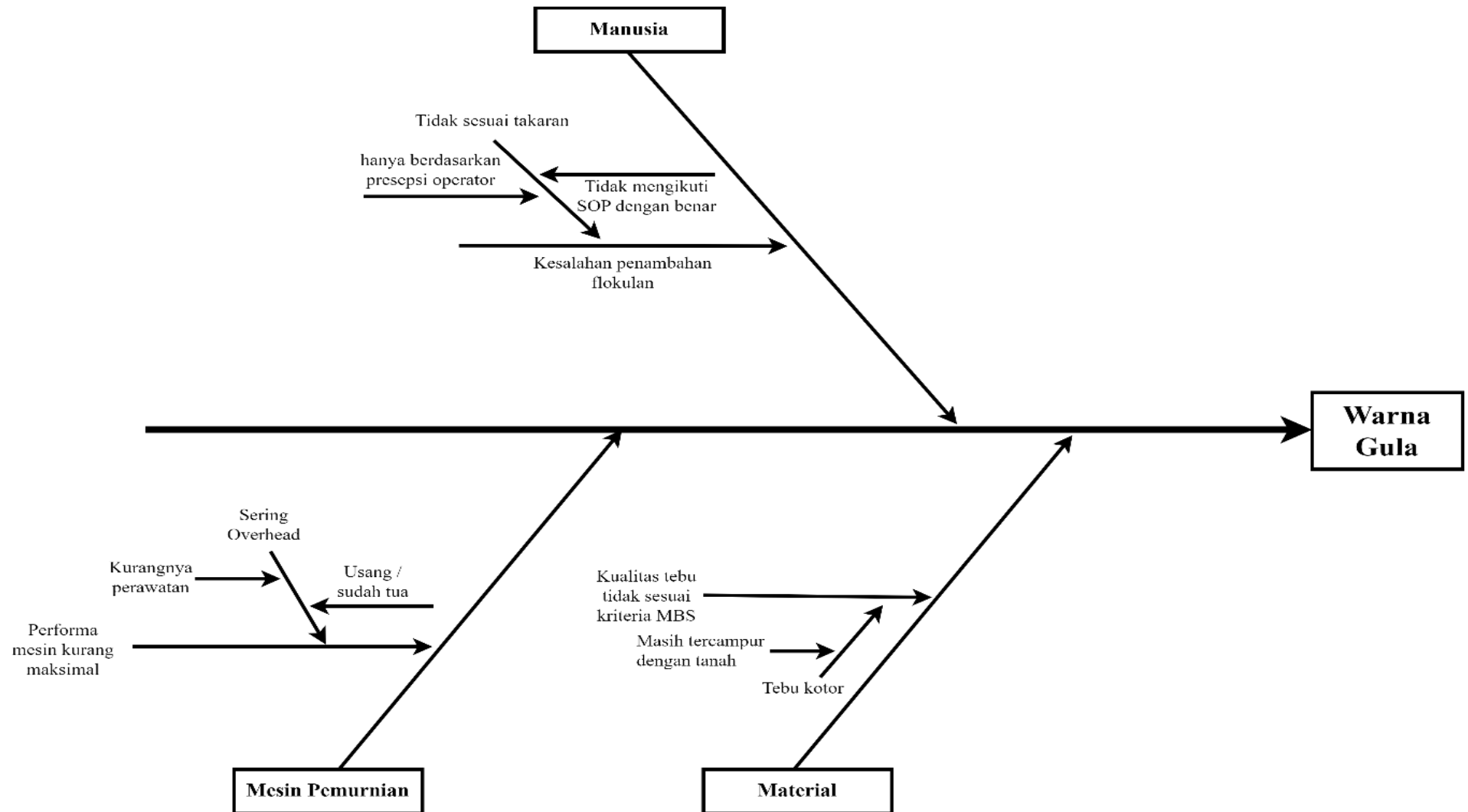


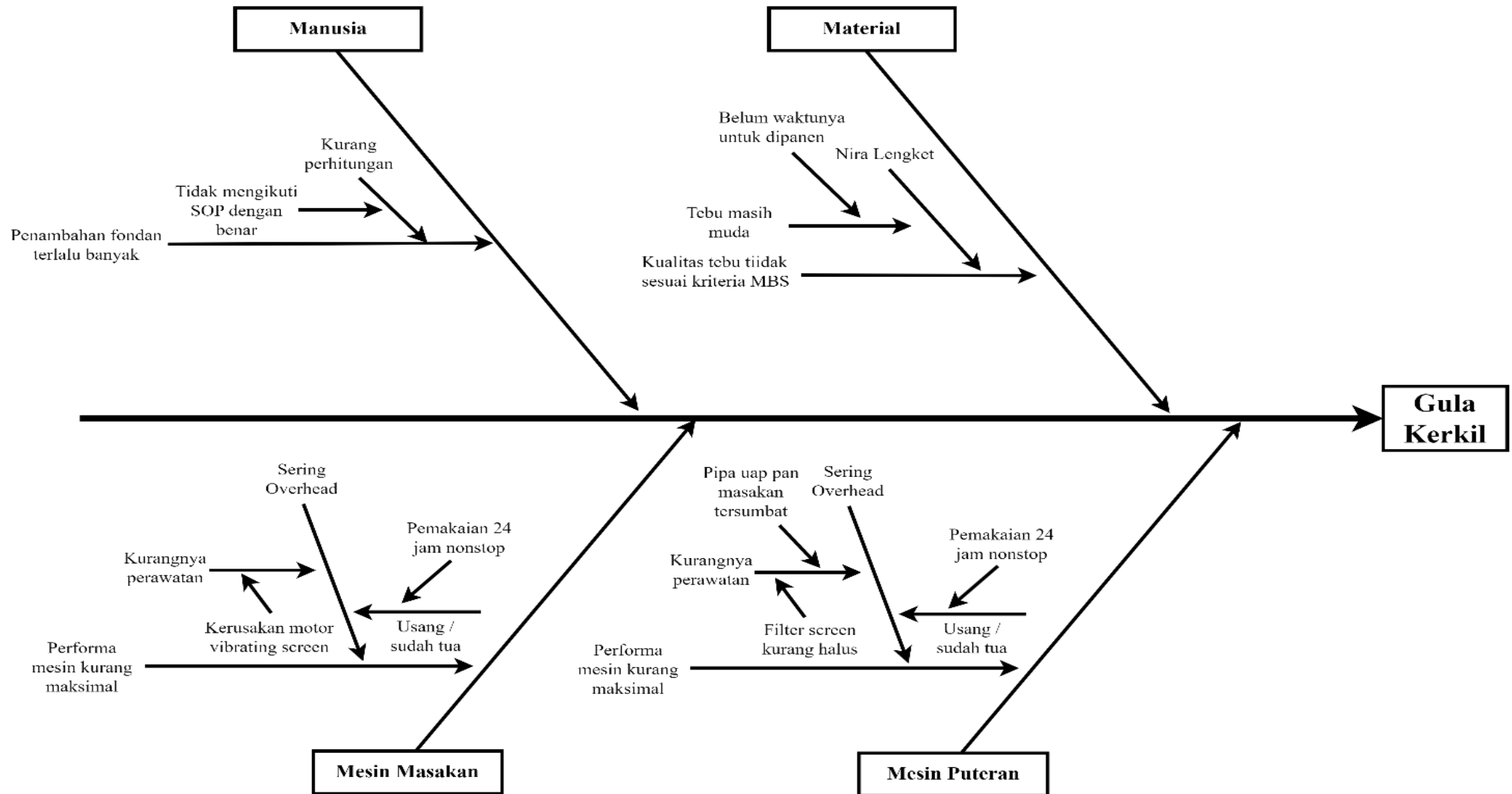
Gambar 4. 10 Grafik Peta Kontrol p

Berdasarkan gambar 4.10 dapat diketahui bahwa proses produksi gula kristal putih dalam keadaan yang tidak terkendali dan belum stabil. Hal ini dikarenakan proporsi produk cacat masih naik turun dan masih banyak titik yang berada diluar batas kendali. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan dalam proses produksinya agar kemampuan proses dapat meningkat dan jumlah produk cacat dapat menurun.

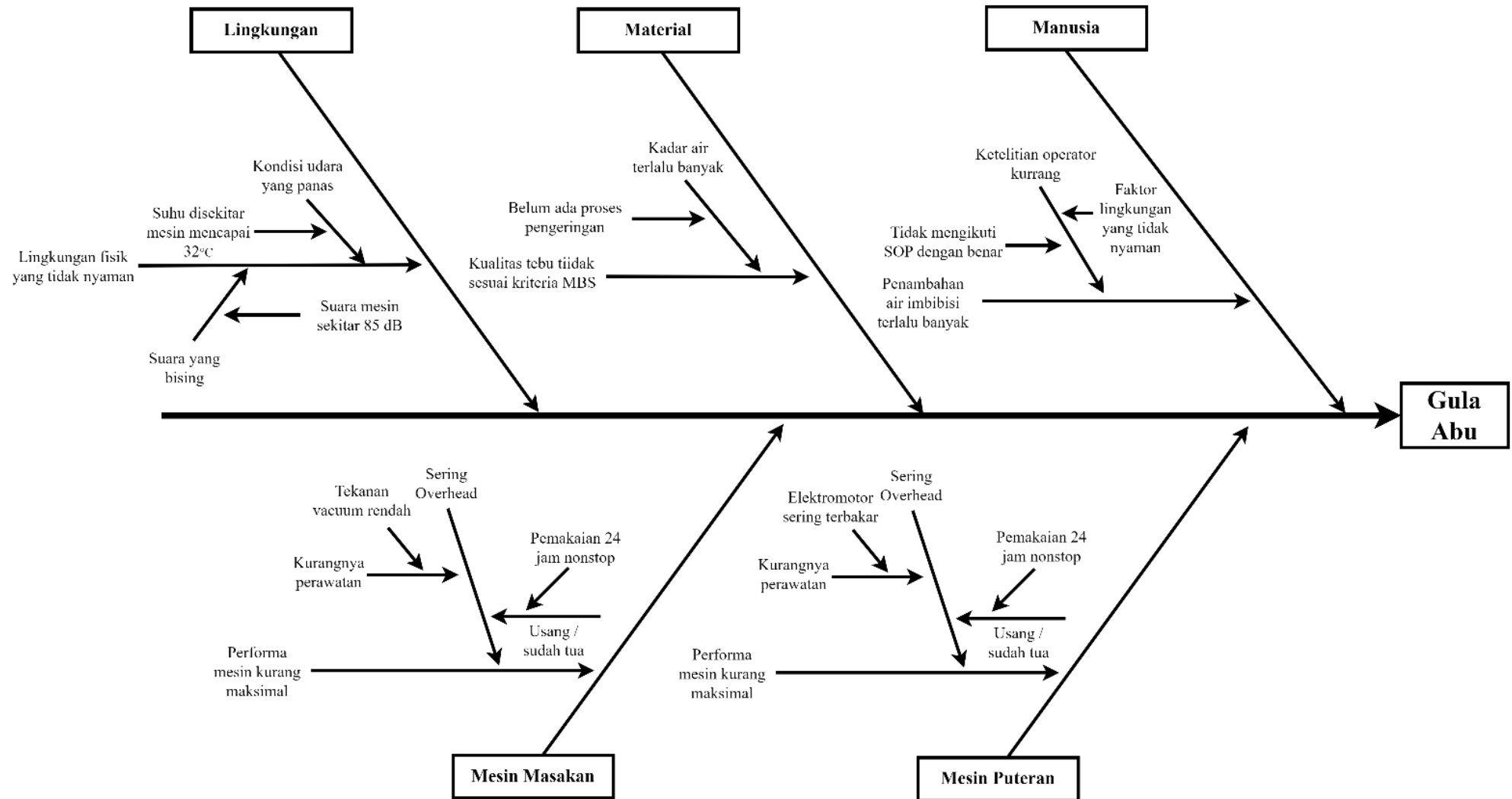
4.2.3.2 Fishbone Diagram

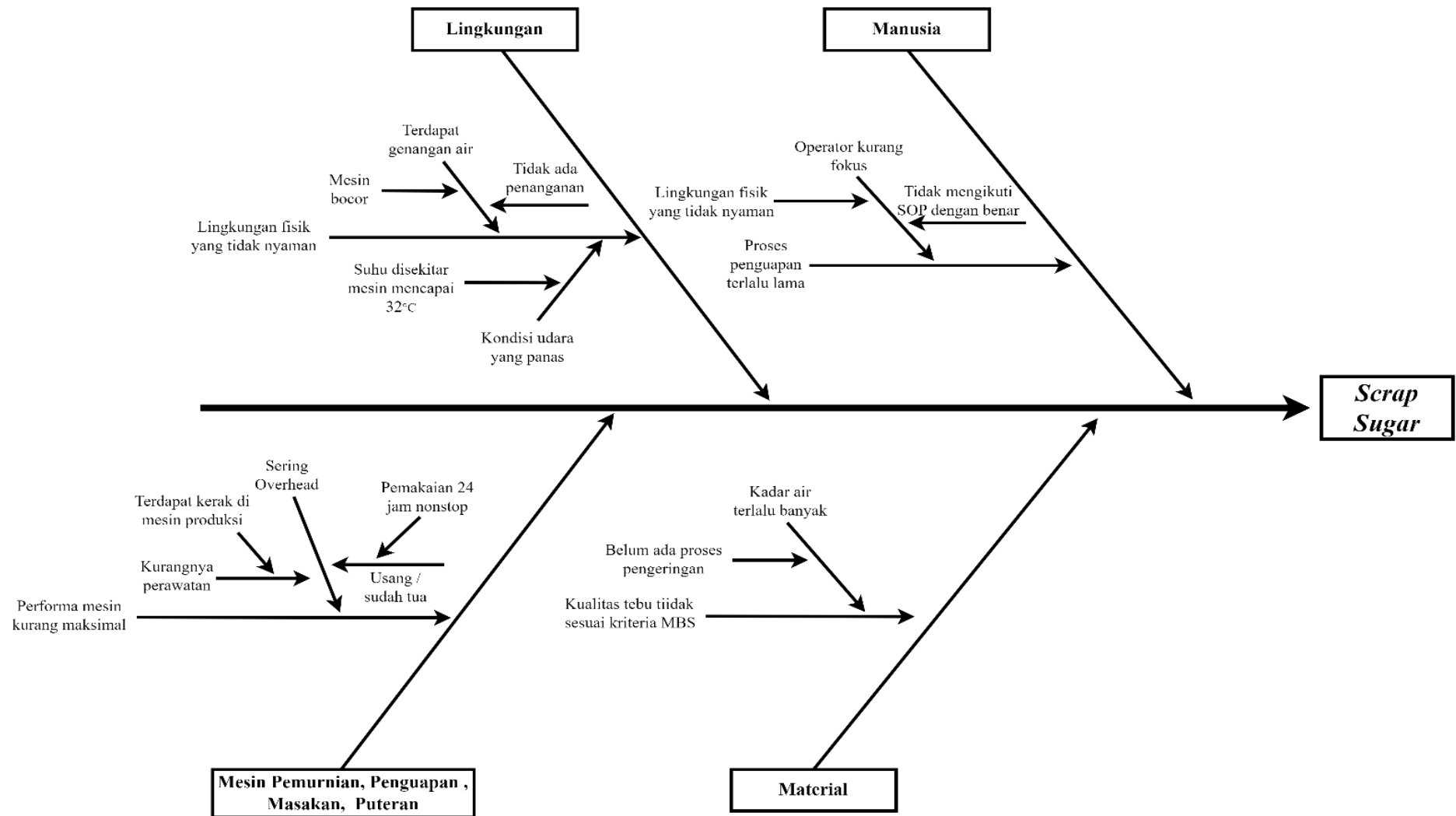
Fishbone diagram atau diagram sebab – akibat digunakan untuk memberikan informasi terkait dengan sebab-sebab yang menyebabkan terjadinya sebuah kecacatan pada produk. Berikut diagram sebab – akibat dari produk cacat warna gula, gula kerikil, gula abu dan *scrap sugar* yang terjadi selama proses produksi di Pabrik Gula Mojo Sragen :

Gambar 4. 11 Diagram *Fishbone* Warna Gula



Gambar 4. 12 Diagram *Fishbone* Gula kerkil

Gambar 4. 13 Diagram *Fishbone* Gula Abu

Gambar 4. 14 Diagram *Fishbone* Scrap Sugar

Berdasarkan diagram 4.11, diagram 4.12, diagram 4.13 dan diagram 4.14 dapat diketahui hubungan sebab dan akibat dari terjadinya suatu kecacatan pada produk. kecacatan tersebut disebabkan oleh 4 faktor yaitu faktor mesin, faktor lingkungan, faktor manusia dan faktor material. Setelah perusahaan mengetahui penyebab kecacatan produk, selanjutnya perusahaan perlu melakukan tindakan pencegahan agar kecacatan produk tersebut tidak terjadi kembali.

4.2.3.3 FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*)

Penggunaan FMEA bertujuan agar perusahaan lebih mengerti tentang permasalahan yang sedang terjadi. Setelah itu langkah preventif akan dilakukan untuk mengurangi kegagalan yang terjadi. Metode ini juga dapat menjadi acuan untuk melakukan evaluasi proses. Agar dapat mempermudah ketika membuat FMEA, dibutuhkan hasil dari RPN (*Risk Priority Number*). RPN bertujuan untuk merangking atau mengurutkan kelemahan proses agar dapat lebih baik. Dimana nilai terbesar adalah penting untuk segera dilakukan perbaikan. Perhitungan RPN dilakukan dengan mengkalikan nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Berikut merupakan kriteria dalam menentukan nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*:

1. Tingkat keparahan (*Severity*)

Severity adalah suatu perkiraan mengenai seberapa buruk pengaruh yang akan dirasakan oleh perusahaan akibat timbulnya kegagalan. Di bawah ini merupakan tabel penentuan nilai *severity*:

Tabel 4. 9 Kriteria *Severity*

Rank	Severity	Keterangan
1	Sangat Kecil	Tidak ada efek terhadap kualitas produk, dimana produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar perusahaan.
2-3	Kecil	Kualitas produk mengalami gangguan kecil, dimana produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar perusahaan tetapi masih terdapat kerusakan yang sangat kecil terhadap produk.
4-6	Sedang	Kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil.
7-8	Tinggi	Kualitas produk tidak memuaskan, dimana terdapat

		cacat produk yang lumayan banyak.
9-10	Sangat Tinggi	Kualitas produk sangat tidak memuaskan, dimana terdapat cacat produk yang sangat banyak.

Sumber: (Gaspersz, 2002)

2. Tingkat kemungkinan terjadi (*Occurance*)

Occurance merupakan perkiraan mengenai probabilitas atau peluang terjadinya suatu penyebab yang menyebabkan kegagalan. Di bawah ini merupakan tabel penentuan nilai *occurance*:

Tabel 4. 10 Kriteria *Occurrence*

Rank	Occurance	Keterangan
1-2	Sangat rendah	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah sehingga hampir tidak ada kejadian kegagalan
3-4	Rendah	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah sehingga hanya kegagalan tertentu yang terjadi
5-6	Sedang	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar
7-8	Tinggi	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang.
9-10	Sangat tinggi	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi sehingga kegagalan hampir tidak dapat dihindarkan

Sumber: (Gaspersz, 2002)

3. Tingkat Deteksi (*Detection*)

Detection merupakan perkiraan mengenai seberapa efektif cara pencegahan yang dilakukan untuk menghilangkan mode kegagalan. Di bawah ini merupakan tabel penentuan nilai *detection*:

Tabel 4. 11 Kriteria *Detection*

Rank	Detection	Keterangan
1	Sangat Tinggi	Metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan sangat tinggi. Penyebab akan jelas terlihat dan siap

		untuk dideteksi sehingga tidak memiliki kesempatan untuk muncul kembali.
2-3	Tinggi	Metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan tinggi. Penyebab akan terlihat dan siap untuk dideteksi sehingga kemungkinan terjadinya kembali penyebab bersifat sangat rendah.
4-6	Sedang	Metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang kadang.
7-8	Rendah	Metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat rendah. Penyebab akan sulit terlihat sehingga kemungkinan terjadinya kembali penyebab tinggi karena penyebab masih sering terulang.
9-10	Sangat Rendah	Metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sangat rendah. Penyebab akan sangat sulit terlihat sehingga kemungkinan terjadinya kembali penyebab bersifat sangat tinggi karena penyebab sangat sering terjadi.

Sumber: (Gaspersz, 2002)

Hasil RPN dikategori kan menjadi 3 kategori sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Tabel RPN

Risk Priority Category	
Urgent Action	RPN 200+
Imrovement Required	RPN 100 – 199
No Action	RPN 1 – 99

Sumber: Gasperz (2002)

Berikut tabel hasil perhitungan RPN yang dilakukan menggunakan *Software* Microsoft Excel:

Tabel 4. 13 Perhitungan FMEA Warna Gula

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis Warna Gula	Manusia	Kesalahan penambahan Flokulan	Kotoran pada nira tidak terikat dengan baik	6	Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar	6	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	4	144
2.		Mesin	Performa mesin tidak maksimal	Proses pemurnian tidak sempurna	8	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya perawatan yang dilakukan terhadap mesin pemurnian Kondisi mesin yang sudah usang atau tua 	7	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi trobel 	5	280
3.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan kotor	5	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi tebu yang masih tercampur dengan tanah Kurangnya pengawasan yang dilakukan pekerja 	7	Dilakukan pengecekan kualitas dan kondisi tebu	6	210

Tabel 4. 14 Perhitungan FMEA Gula kerikil

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis Gula Kerikil	Manusia	Penambahan fondan yang terlalu banyak	Kristal gula tidak terbentuk dengan sempurna	5	Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar	6	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	5	150
2.		Mesin	Performa mesin kurang maksimal	Proses masakan dan puteran tidak berjalan dengan sempurna	7	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya perawatan pada mesin produksi Pemakaian mesin produksi yang nonstop Kondisi mesin yang sudah usang tua 	7	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi kerusakan 	5	245
3.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan lengket	5	Kondisi bahan baku yang masih muda belum siap untuk produksi	7	Dilakukan Pengecekan kualitas dan kondisi tebu di stasiun timbangan	4	140

						<ul style="list-style-type: none">• Kurangnya pengetahuan petani tebu• Kurangnya pengawasan pada proses cek sampel bahan baku tebu				
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

Tabel 4. 15 Perhitungan FMEA Gula Abu

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis Gula Abu	Lingkungan	Lingkungan fisik yang tidak nyaman	Pekerja menjadi kurang fokus	5	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi udara ditempat produksi yang panas Kondisi di tempat produksi yang bising 	6	Pembuatan ventilasi udara dan pemberian <i>ear plug</i> kepada para pekerja	5	150
2.		Manusia	Penambahan air imbibisi terlalu banyak	Kadar air dalam nira terlalu banyak sehingga akan memperlambat proses masakan	6	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar Kondisi lingkungan fisik yang tidak nyaman 	6	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	6	216

3.		Mesin	Performa mesin kurang maksimal	Proses masakan dan puteran tidak berjalan dengan sempurna	7	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya perawatan pada mesin produksi Pemakaian mesin produksi yang nonstop Kondisi mesin yang sudah usang tua 	6	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi kerusakan 	6	252
4.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan mengandung kadar air tinggi	5	<ul style="list-style-type: none"> Bahan baku yang memiliki kadar air tinggi Belum adanya proses pengeringan bahan baku 	7	Dilakukan Pengecekan kualitas dan kondisi tebu di stasiun timbangan	4	140

Tabel 4. 16 Perhitungan FMEA *Scrap Sugar*

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis <i>scrap sugar</i>	Lingkungan	Lingkungan fisik yang tidak nyaman	Pekerja menjadi tidak fokus	5	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi udara ditempat produksi yang panas Kondisi lingkungan produksi yang lembab 	6	Pembuatan ventilasi udara dan Pembersihan tempat kerja agar tetap kering	5	150
2.		Manusia	Proses penguapan terlalu lama	Terjadi karamelisasi sukrosa	7	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar Kondisi lingkungan fisik yang tidak nyaman 	5	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	6	210

3.		Mesin	Performa mesin kurang maksimal	Proses produksi tidak berjalan dengan baik	7	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi mesin produksi yang sudah usang Pemakain mesin produksi yang nonstop Kurangnya perawatan terhadap mesin produksi 	7	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi kerusakan 	5	245
4.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan mengandung kadar air tinggi	5	<ul style="list-style-type: none"> Bahan baku yang memiliki kadar air tinggi Belum adanya proses pengeringan bahan baku 	7	Dilakukan Pengecekan kualitas dan kondisi tebu di stasiun timbangan	4	140

4.2.4 Tahap *Improve*

Setelah sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka pada tahap *improve* ini akan dilakukan penetapan rencana tindakan perbaikan untuk melaksanakan peningkatan kualitas six sigma. Perbaikan yang dilakukan menggunakan 5W+1H terhadap faktor-faktor penyebab cacat berdasarkan diagram *fishbone* dengan nilai RPN tertinggi yang sebelumnya sudah ditentukan menggunakan metode FMEA. Pengembangan rencana tindakan perbaikan ini merupakan langkah yang penting dalam terminologi six sigma. Rencana tindakan perbaikan dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel 4. 17 Rencana Tindakan Perbaikan

Jenis	5W+1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i>	Mengurangi kecacatan produk gula kristal putih (cacat warna gula, cacat gula kerikil, cacat gula abu dan cacat <i>scrap sugar</i>)
Lokasi	<i>Where</i>	Stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan dan stasiun puteran
Kapan	<i>When</i>	Saat proses produksi gula kristal putih
Orang	<i>Who</i>	Operator mesin pemurnian, penguapan masakan, dan mesin puteran
Alasan Dilakukan	<i>Why</i>	1. Agar proses produksi gula kristal putih berjalan sesuai standar 2. Untuk mengurangi terjadinya produk <i>defect</i> di Pabrik Gula Mojo Sragen
Usulan Perbaikan	<i>How</i>	<ul style="list-style-type: none">Faktor Lingkungan<ul style="list-style-type: none">Menambahkan fasilitas seperti ventilasi dan <i>exhaust fan</i> yang dapat mengurangi suhu panas dalam ruangan.Pemberian <i>ear muff</i> kepada operator untuk mengurangi suara bising.Membersihkan lingkungan yang terdapat genangan air secara rutin.Faktor Mesin

		<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat jadwal perbaikan mesin setiap bulannya dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi. Karena <i>maintenance</i> mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi. b. Melakukan perawatan mesin produksi setelah digunakan seperti pembersihan kerak – kerak yang terdapat pada mesin produksi. c. Melakukan pengecekan mesin-mesin produksi sebelum digunakan untuk proses produksi. d. Memastikan mesin produksi sesuai dengan kapasitas yang digunakan dan sudah sesuai dengan SOP. e. Membuat jadwal maintance untuk mesin-mesin produksi. f. Mengganti mesin-mesin yang sudah tidak layak digunakan untuk proses produksi. g. Mengganti <i>part-part</i> mesin yang sudah tidak layak digunakan. • Faktor Manusia <ul style="list-style-type: none"> a. Perlu ada pengawasan pada operator untuk lebih fokus dalam melakukan proses produksi gula kristal putih terutama di stasiun penggilingan, pemurnian, masakan, kristalisasi, dan puteran. b. Menegur dan menyadarkan pekerja serta memberi <i>punishment</i> dan <i>reward</i> bagi pekerja agar selalu teliti dan konsentrasi saat melakukan pekerjaan, karena hal tersebut akan sangat berdampak pada hasil produksi.
--	--	---

		<p>c. Menentukan takaran yang pas untuk penambahan air imbibisi dan juga pemberian zat kimia tambahan yaitu flukolan dan fondan sesuai dengan SOP yang telah dibuat perusahaan.</p> <p>d. Melakukan training kepada operator sesuai dengan bidangnya dan lebih mempelajari tentang akibat dari kesalahan proses dan kecacatan produk.</p> <p>e. Menambahkan fasilitas seperti ventilasi dan <i>exhaust fan</i> yang dapat mengurangi suhu panas dalam ruangan, dan pemberian <i>ear muff</i> kepada para pekerja terutama operator mesin untuk mengurangi suara bising agar tercipta suasana kerja yang nyaman.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faktor Material <ul style="list-style-type: none"> a. Mengadakan proses pengeringan bahan baku untuk membuat kadar air material stabil dan tidak kelebihan kadar air. b. Melakukan pelatihan kepada petani tebu tentang pemeliharaan tanaman tebu dengan baik dan benar agar menghasilkan tebu yang berkualitas. c. Memastikan bahan baku produksi sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar dengan cara meningkatkan pengecekan terhadap kualitas tebu di stasiun timbangan dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. d. Melakukan budidaya tumbuhan tebu yang tepat.
--	--	---

Rencana tindakan perbaikan ini bertujuan untuk mengatasi cacat pada produksi gula kristal putih yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, mesin, manusia dan material.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Jenis Cacat Gula Kristal Putih

Jenis cacat yang terjadi pada proses produksi Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Mojo yaitu cacat warna gula, cacat gula kerikil, cacat gula abu dan cacat *scrap sugar*. Pada gambar 4.2 terdapat cacat warna gula, dimana cacat warna gula yaitu jenis cacat gula dimana gula memiliki bilangan ICUMSA > 300 yang berarti warna gula yang seharusnya bewarna putih bersih seperti kristal menjadi bewarna kecoklatan. Sesuai dengan SNI Gula Kristal Putih No.3140.3.2020 yang telah diputuskan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) No. 96/KEP/BSN/5/2020 bahwa warna larutan (ICUMSA) disyaratkan antara 76~300 IU dan pengujian tersebut dilakukan saat gula kristal putih di produksi di pabrik gula. Pada gambar 4.3 terdapat cacat gula kerikil, dimana cacat gula kerikil merupakan gula yang ukuran kristalnya melebihi standar yang telah ditentukan sesuai SNI GKP No.3140.3.2020, yakni sebesar $> 1,2$ mm. Jenis cacat gula kerikil ini muncul pada stasiun masakan, stasiun puteran dan stasiun penyelesaian. Sedangkan pada gambar 4.4 terdapat cacat gula abu, dimana cacat jenis ini merupakan gula yang ukuran kristalnya kurang dari standar yang telah ditentukan sesuai SNI GKP No.3140.3.2020, yakni $< 0,8$ mm cacat jenis ini dapat ditemukan pada stasiun puteran dan penyelesaian. Dan pada gambar 4.5 terdapat jenis cacat *scrap sugar* atau gula sekrap yang merupakan jenis cacat gula yang menempel pada bejana dan peralatan distribusi gula. Gula skrap dapat ditemukan pada saat proses produksi telah selesai, yaitu pada saat proses pembersihan peralatan kerja. Gula skrap memiliki bilangan ICUMSA > 300 (warna coklat tua), kadar air $> 0,1\%$ (lengket) dan berat jenisnya kurang dari 0,8 mm.

5.2 Analisis Tingkat Kemampuan Proses Produksi Gula Kristal Putih

Pada gambar 4.10 dapat dilihat bahwa proses produksi produk gula kristal putih dalam keadaan tidak terkendali dan tidak stabil. Hal ini dikarenakan persentase produk cacat masih berfluktuasi atau masih naik turun dan masih banyak titik yang berada di luar batas kendali. Pola grafis yang dibentuk oleh peta kendali p menunjukkan bahwa proses menunjukkan tanda-tanda penyimpangan yang tidak terkendali karena beberapa titik di

luar batas atas (UCL) atau batas bawah (LCL). Oleh karena itu, perusahaan harus memperbaiki proses produksinya agar kapasitas proses dapat ditingkatkan dan jumlah produk cacat dapat dikurangi sehingga proses produksi dapat dikendalikan.

Pada tabel 4.7 dapat diketahui bahwa jumlah produksi selama periode Februari 2023 hingga Maret 2023 di Pabrik Gula Mojo Sragen sebesar 2.945.600 kg dan jumlah cacat produk sebesar 31.120 kg atau 1,05% dari jumlah produksi. Untuk nilai rata – rata DPMO didapatkan sebesar 6.085,55 dan nilai rata – rata sigma sebesar 4,13. Nilai DPMO tersebut menunjukkan kemungkinan terjadinya *defect* per satu juta kesempatan sebanyak 6.085,55 yang artinya jika perusahaan memproduksi sebanyak satu juta produk, maka terdapat 6.085,55 produk dengan spesifikasi *defect*.

Menurut Gaspersz (2005), Six Sigma adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau kemungkinan terjadinya produk cacat sebesar 0,0003% untuk setiap kali proses produksi suatu produk atau barang. Dengan nilai DPMO sebesar 6.085,55 dan terdapat 1,05% dari hasil produksi yang mengalami kecacatan produk, dapat dikatakan bahwa kemampuan proses produksi produk gula kristal putih yang sedang berjalan di Pabrik Gula Mojo masih lumayan jauh dari target yang ingin dicapai oleh perusahaan melalui six sigma yaitu sebesar 4,5 sigma. Sehingga perusahaan perlu melakukan perbaikan agar kemampuan proses produksi dapat mencapai target 4,5 sigma.

5.3 Analisis Faktor- Faktor Penyebab Terjadinya Cacat Gula Kristal Putih

Nilai kemampuan proses tersebut dipengaruhi oleh 4 faktor, yaitu faktor mesin, faktor lingkungan, faktor manusia dan faktor material. Faktor mesin ini mengakibatkan terjadinya 4 jenis cacat yaitu cacat warna gula, cacat gula kerikil, cacat gula abu dan cacat *scrap sugar*. Cacat warna gula terjadi karena performa mesin pemurnian kurang maksimal. Performa mesin yang kurang maksimal ini disebabkan karena seringnya terjadi *overhead*. Penyebab dari *overhead* sendiri yaitu kondisi mesin yang sudah usang dan kurangnya perawatan yang dilakukan terhadap mesin pemurnian oleh pihak perusahaan. Dari hal tersebut yang membuat proses pemurnian nira menjadi tidak maksimal sehingga nira yang akan menuju stasiun masakan masih kotor dan terjadilah cacat warna gula berupa gula yang bewarna kecoklatan.

Selanjutnya faktor mesin juga mengakibatkan cacat gula kerikil pada produk. Cacat gula kerikil digunakan untuk menjelaskan dimana produk gula kristal putih yang

memiliki ukuran seperti kerikil yaitu lebih dari 1,2 mm. Berdasarkan analisis *fishbone diagram* dan FMEA dapat diketahui bahwa penyebab cacat gula kerikil terjadi karena mesin masakan dan puteran kurang maksimal. Penyebab mesin masakan dan mesin puteran kurang maksimal karena seringnya *overhead*. Hal ini terjadi karena kondisi mesin yang sudah usang dan pemakaian mesin yang nonstop. Selain itu penyebab lainnya yaitu kurangnya perawatan yang dilakukan oleh pihak perusahaan pada kedua mesin tersebut sehingga terjadi kerusakan. Pada mesin puteran terjadi kerusakan *motor vibrating screen* yang mengakibatkan proses penyaringan gula kristal tidak dapat berjalan dengan baik. Sedangkan pada mesin masakan terjadi kerusakan yaitu *filter screen* yang kurang halus yang menyebabkan penyaringan kristal gula tidak sempurna dan pipa uap pan masakan yang tersumbat yang menyebabkan mengakibatkan uap air tidak dapat masuk secara maksimal, sehingga masakan yang harusnya keluar, mengendap di sekitar lipatan di dalam pan masakan. Penyebab-penyebab tersebut akan akan berdampak pada proses produksi gula kristal putih dan menyebabkan cacat gula kerikil.

Jenis cacat berikut yang disebabkan oleh faktor mesin adalah jenis cacat gula abu. Cacat gula abu merupakan gula yang ukurannya kurang dari standar yang telah ditentukan, yakni $< 0,8$ mm. Berdasarkan analisis *fishbone diagram* dan FMEA dapat diketahui bahwa penyebab cacat terjadinya cacat gula abu terjadi karena mesin masakan dan puteran kurang maksimal. Penyebab mesin masakan dan mesin puteran kurang maksimal karena seringnya *overhead*. Hal ini terjadi karena kondisi mesin yang sudah usang dan pemakaian mesin yang nonstop. Selain itu penyebab lainnya yaitu kurangnya perawatan yang dilakukan oleh pihak perusahaan pada kedua mesin tersebut sehingga terjadi kerusakan. Pada mesin puteran terjadi kerusakan *elektromotor* yang mengakibatkan proses puteran tidak maksimal. Sedangkan pada mesin masakan terjadi kerusakan yaitu tekanan vacuum rendah yang menyebabkan titik didih nira tidak dapat ditekan secara maksimal sehingga proses masakan akan lebih lama. Penyebab-penyebab tersebut akan akan berdampak pada proses produksi gula kristal putih dan menyebabkan cacat gula abu.

Jenis cacat terakhir yang disebabkan oleh faktor mesin adalah jenis cacat *scrap sugar*. Cacat *scrap sugar* merupakan gula yang menempel pada bejana dan peralatan distribusi gula. Gula ini dapat ditemukan pada saat proses produksi selesai, yaitu pada saat proses pembersihan peralatan kerja. Gula ini memiliki bilangan ICUMSA > 300

(warna coklat tua), kadar air $> 0,1\%$ (lengket) dan berat jenisnya kurang dari 0,8 mm. Berdasarkan analisis *fishbone diagram* dan FMEA dapat diketahui bahwa penyebab cacat terjadinya cacat *scrap sugar* terjadi karena kinerja mesin produksi kurang maksimal. Penyebab mesin produksi kurang maksimal karena seringnya *overhead*. Hal ini terjadi karena kondisi mesin yang sudah usang dan pemakaian mesin yang nonstop, selain itu penyebab lainnya yaitu kurangnya perawatan yang dilakukan oleh pihak perusahaan. Penyebab-penyebab tersebut akan akan berdampak pada proses produksi gula kristal putih dan menyebabkan cacat *scrap sugar*.

Faktor kedua yang mempengaruhi nilai kemampuan proses adalah faktor lingkungan. Faktor lingkungan ini menyebabkan terjadinya jenis cacat yaitu cacat gula abu dan cacat *scrap sugar*. Kedua cacat tersebut terjadi karena lingkungan fisik yang tidak nyaman. Cacat gula abu terjadi karena kondisi udara yang panas, dimana kondisi udara di tempat produksi mencapai suhu sekitar 32°C serta disebabkan oleh suara yang bising, dimana tingkat kebisingan di sekitar mesin produksi mencapai 85 dB, sehingga menyebabkan ketidaknyamanan dalam bekerja dan terjadilah cacat gula abu. Kemudian untuk cacat *scrap sugar* terjadi karena kondisi udara yang panas, dimana kondisi udara di tempat produksi mencapai suhu sekitar 32°C dan juga disebabkan oleh kondisi tempat produksi yang terdapat genangan air karena terdapat kebocoran pada mesin produksi dan belum ada upaya penanganan yang dilakukan perusahaan sehingga menyebabkan ketidaknyamanan dalam bekerja dan terjadilah cacat *scrap sugar*.

Faktor ketiga yang mempengaruhi nilai kemampuan proses adalah faktor manusia. Faktor manusia ini menyebabkan terjadinya jenis cacat yaitu cacat warna gula, cacat gula kerikil, cacat gula abu dan cacat *scrap sugar*. Cacat warna gula terjadi karena pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar, dimana pada cacat warna gula terjadi kesalahan penambahan flukolan atau zat kimia untuk mengikat kotoran sehingga kotoran yang terdapat pada nira tidak terikat dengan maksimal pada proses pemurnian dan terjadilah cacat warna gula. Kemudian cacat gula kerikil terjadi juga karena pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar, dimana pada cacat gula kerikil terjadi penambahan fondan atau zat kimia untuk membentuk kristal gula yang berlebih sehingga proses kristalisasi gula berlebihan dan terjadilah cacat gula kerikil. Cacat gula abu terjadi karena pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar dan pengaruh dari lingkungan fisik yang tidak nyaman yaitu kondisi udara yang panas dan suara yang bising sehingga terjadi kesalahan

penambahan air imbibisi yang terlalu banyak yang nantinya akan menyebabkan proses kristalisasi tidak maksimal karena kadar air yang tinggi dalam nira, sehingga menyebabkan terjadinya cacat gula abu. Kemudian yang terakhir adalah cacat *scrap sugar*. Cacat ini disebabkan karena pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar dan juga pengaruh dari lingkungan fisik yang tidak nyaman berupa kondisi udara yang panas dan terdapat genangan air. Hal tersebut menyebabkan kesalahan dalam proses penguapan dimana proses penguapan yang dilakukan terlalu lama sehingga menyebabkan nira menempel pada dinding mesin produksi yang kemudian akan menjadi cacat *scrap sugar*.

Faktor terakhir yang mempengaruhi nilai kemampuan proses adalah faktor material. Faktor material ini menyebabkan terjadinya jenis cacat yaitu cacat warna gula, cacat gula kerikil, cacat gula abu dan cacat *scrap sugar*. Cacat warna gula terjadi karena material yang digunakan selama proses produksi masih dalam keadaan kotor dan masih tercampur dengan tanah sehingga material tidak masuk dalam kriteria MBS (manis, bersih dan segar). Material yang kotor ini otomatis akan menyebabkan nira yang dihasilkan menjadi kotor, sehingga pada proses pemurnian kotoran pada nira masih ada. Hal ini akan menyebabkan terjadinya cacat warna gula. Selanjutnya faktor material juga mengakibatkan cacat gula kerikil pada produk. Cacat gula kerikil terjadi karena material yang digunakan masih muda dan belum siap untuk dipanen sehingga material tersebut tidak masuk dalam kriteria MBS (manis, bersih dan segar). Hal tersebut mengakibatkan nira yang dihasilkan pada proses penggilingan lengket, sehingga pada proses kristalisasi nira akan menggumpal yang mengakibatkan terjadinya cacat gula kerikil. Jenis cacat berikut yang disebabkan oleh faktor material adalah jenis cacat gula abu. Cacat gula abu terjadi karena kadar air yang terdapat pada material tinggi sedangkan di perusahaan belum ada proses pengeringan material. Sehingga dari hal tersebut akan mengakibatkan nira kelebihan kadar air dan pada proses kristalisasi kristal gula yang terbentuk akan melebur dan terjadilah cacat gula abu. Jenis cacat terakhir yang disebabkan oleh faktor material adalah jenis cacat *scrap sugar*. Cacat *scrap sugar* terjadi karena kadar air yang terdapat pada material tinggi sedangkan di perusahaan belum ada proses pengeringan material yang menyebabkan proses penguapan terlalu lama karena nira kelebihan kadar air yang akan menyebabkan nira menempel pada dinding mesin produksi yang kemudian akan menjadi cacat *scrap sugar*.

5.4 Analisis Perbaikan Proses Produksi Gula Kristal Putih

Jenis cacat yang paling sering terjadi selama proses produksi gula kristal putih adalah cacat gula kerikil. Cacat gula kerikil adalah kondisi kristal gula yang ukurannya melebihi standar yang telah ditentukan, yakni sebesar $>1,2$ mm. Pada tabel 4.14 dapat dilihat bahwa jenis cacat gula kerikil memiliki 3 penyebab kegagalan. Yang pertama adalah penambahan fondan yang terlalu banyak yang dilakukan oleh operator karena tidak mengikuti SOP perusahaan dengan benar yang menyebabkan proses kristalisasi gula menjadi tidak beraturan. Penambahan fondan yang terlalu banyak ini memiliki nilai *severity* 5 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurrence* sebesar 6 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar, sedangkan nilai *detection* sebesar 5 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang - kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar tidak terjadi lagi kesalahan pada faktor manusia. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses kristalisasi yang sempurna. Proses kristalisasi merupakan proses penguapan air yang terdapat dalam nira kental dan membentuk kristal gula dengan diameter sesuai standard dengan menekan kehilangan gula dalam tetes seminimal mungkin. Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam proses kristalisasi yang dapat mempengaruhi proses kristalisasi adalah penambahan fondan atau zat kimia untuk membentuk kristal gula oleh operator sehingga perlu adanya pengawasan pada operator untuk lebih fokus dalam melakukan proses produksi dan perlu adanya teguran serta pemberian *punishment* kepada operator guna menyadarkan operator agar selalu teliti dan konsentrasi saat melakukan pekerjaan. Tak hanya itu perusahaan perlu menentukan ulang takaran yang pas untuk penambahan zat kimia yaitu fondan agar tidak terjadi lagi kesalahan.

Penyebab terjadinya jenis cacat gula kerikil yang kedua adalah performa mesin kurang maksimal. Performa mesin yang kurang maksimal ini memiliki nilai *severity* 7 yang berarti kualitas produk tidak memuaskan, dimana terdapat cacat produk yang lumayan banyak, kemudian nilai *occurrence* sebesar 7 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang,

sedangkan nilai *detection* sebesar 5 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar kondisi mesin selalu optimal. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah kondisi mesin yang baik. Performa mesin yang kurang maksimal ini disebabkan oleh kurangnya perawatan pada mesin puteran dan mesin masakan sehingga kedua mesin tersebut sering mengalami kerusakan. Pada mesin puteran terjadi kerusakan *motor vibrating screen* yang mengakibatkan proses penyaringan gula kristal tidak dapat berjalan dengan baik. Sedangkan pada mesin masakan terjadi kerusakan yaitu *filter screen* yang kurang halus yang menyebabkan penyaringan kristal gula tidak sempurna dan pipa uap pan masakan yang tersumbat yang menyebabkan mengakibatkan uap air tidak dapat masuk secara maksimal, sehingga masakan yang harusnya keluar, mengendap di sekitar lipatan di dalam pan masakan, serta kondisi mesin yang sudah usang tua karena pemakaian mesin yang nonstop. Mesin merupakan salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran suatu proses produksi, agar proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien maka mesin yang digunakan harus dalam kondisi yang baik. Agar kondisi mesin selalu terjaga, perlu dilakukan pembuat jadwal perbaikan mesin setiap bulan dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi. Karena maintenance mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi, kemudian melakukan perawatan mesin produksi setelah digunakan seperti pembersihan kerak-kerak yang terdapat pada mesin produksi, melakukan pengecekan mesin-mesin produksi sebelum digunakan untuk proses produksi, mengganti mesin-mesin yang sudah tidak layak digunakan untuk proses produksi, mengganti *part-part* mesin yang sudah tidak layak digunakan dan memastikan mesin produksi sesuai dengan kapasitas yang digunakan dan sudah sesuai dengan SOP perusahaan.

Penyebab terjadinya jenis cacat gula kerikil yang terakhir adalah kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS. Kualitas tebu yang tidak sesuai kriteria MBS ini memiliki nilai *severity* 5 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurrence* sebesar 7 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab

masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar bahan baku sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah bahan baku yang berkualitas. Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS diakibatkan karena kondisi tebu yang masih tercampur dengan tanah dan kurangnya pengawasan yang dilakukan pekerja. Material yang bersih akan menghasilkan produk yang bersih pula tanpa adanya cacat pada hasil produksi. Oleh karena itu material yang akan digunakan dalam proses produksi harus dirawat agar proses produksi berjalan dengan lancar dan kualitas produk selalu terjaga dengan cara melakukan pelatihan kepada petani tebu tentang pemeliharaan tanaman tebu dengan baik dan benar agar menghasilkan tebu yang berkualitas dan memastikan bahan baku produksi sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar dengan cara meningkatkan pengecekan terhadap kualitas tebu di stasiun timbangan dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi.

Jenis kecacat kedua terjadi selama proses produksi gula kristal putih adalah cacat *srcap sugar*. Cacat *srcap sugar* adalah gula yang menempel pada bejana dan peralatan distribusi gula. Gula ini dapat ditemukan pada saat proses produksi selesai, yaitu pada saat proses pembersihan peralatan kerja. Gula ini memiliki bilangan ICUMSA > 300 (warna coklat tua), kadar air $> 0,1\%$ (lengket) dan berat jenisnya kurang dari 0,8 mm. Pada tabel 4.16 dapat dilihat bahwa jenis cacat gula kerikil memiliki 4 penyebab kegagalan. Yang pertama adalah lingkungan fisik yang tidak nyaman. Lingkungan fisik yang tidak nyaman ini memiliki nilai *severity* 5 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurrence* sebesar 6 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar, sedangkan nilai *detection* sebesar 5 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang - kadang. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah lingkungan kerja yang nyaman. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar tidak terjadi lagi kesalahan pada faktor lingkungan yang menyebabkan kesalahan dari operator. lingkungan fisik yang tidak nyaman ini diakibatkan oleh kondisi udara ditempat produksi yang panas, dimana kondisi

udara di tempat produksi mencapai suhu sekitar 32°C dan juga disebabkan oleh kondisi tempat produksi yang terdapat genangan air karena terdapat kebocoran pada mesin produksi dan belum ada upaya penanganan yang dilakukan perusahaan. Lingkungan merupakan salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran suatu proses produksi, agar proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien maka diperlukan suatu lingkungan kerja yang nyaman. Dengan menambahkan fasilitas seperti ventilasi dan *exhaust fan* yang dapat mengurangi suhu panas dalam ruangan dan adanya pembersihan lingkungan yang terdapat genangan air secara rutin, maka perusahaan dapat membantu membuat suasana lingkungan kerja yang nyaman bagi para pekerjanya.

Penyebab terjadinya jenis cacat *scrap sugar* yang kedua adalah proses penguapan terlalu lama yang dilakukan oleh operator karena tidak mengikuti SOP perusahaan dengan benar dan juga pengaruh dari lingkungan fisik yang tidak nyaman berupa kondisi udara yang panas dan terdapat genangan air. Hal tersebut menyebabkan kesalahan dalam proses penguapan dimana proses penguapan yang dilakukan terlalu lama sehingga menyebabkan nira menempel pada dinding mesin produksi. Proses penguapan terlalu lama ini memiliki nilai *severity* 7 yang berarti kualitas produk tidak memuaskan, dimana terdapat cacat produk yang lumayan banyak, kemudian nilai *occurrence* sebesar 5 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar, sedangkan nilai *detection* sebesar 6 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang - kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar tidak terjadi lagi kesalahan pada faktor manusia. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses penguapan yang sempurna. Proses penguapan merupakan proses menguapkan air yang terdapat pada nira encer sampai didapatkan kekentalan tertentu karena nira encer pada proses pemurnian masih banyak mengandung air, agar proses pengkristalan tidak terganggu maka air yang ada nira harus diuapkan terlebih dulu. Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam proses penguapan yang dapat mempengaruhi proses kristalisasi adalah proses penguapan yang dilakukan oleh operator. Sehingga perlu adanya pengawasan pada operator untuk lebih fokus dalam melakukan proses produksi dan perlu adanya teguran serta pemberian *punishment* kepada

operator guna menyadarkan operator agar selalu teliti dan konsentrasi saat melakukan pekerjaan.

Penyebab terjadinya jenis cacat *scrap sugar* yang ketiga adalah performa mesin kurang maksimal. Performa mesin yang kurang maksimal ini memiliki nilai *severity* 7 yang berarti kualitas produk tidak memuaskan, dimana terdapat cacat produk yang lumayan banyak, kemudian nilai *occurance* sebesar 7 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang, sedangkan nilai *detection* sebesar 5 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar kondisi mesin selalu optimal. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah kondisi mesin yang baik. Performa mesin yang kurang maksimal ini disebabkan oleh kurangnya perawatan pada mesin produksi dan kondisi mesin yang sudah usang tua karena pemakaian mesin yang nonstop. Mesin merupakan salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran suatu proses produksi, agar proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien maka mesin yang digunakan harus dalam kondisi yang baik. Agar kondisi mesin selalu terjaga, perlu dilakukan pembuat jadwal perbaikan mesin setiap bulan dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi. Karena *maintenance* mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi, kemudian melakukan perawatan mesin produksi setelah digunakan seperti pembersihan kerak-kerak yang terdapat pada mesin produksi, melakukan pengecekan mesin-mesin produksi sebelum digunakan untuk proses produksi, mengganti mesin-mesin yang sudah tidak layak digunakan untuk proses produksi, mengganti *part-part* mesin yang sudah tidak layak digunakan dan memastikan mesin produksi sesuai dengan kapasitas yang digunakan dan sudah sesuai dengan SOP perusahaan.

Penyebab terjadinya jenis cacat *scrap sugar* yang terakhir adalah kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS. Kualitas tebu yang tidak sesuai kriteria MBS ini memiliki nilai *severity* 5 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurance* sebesar 7 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab

masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar bahan baku sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah bahan baku yang berkualitas. Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS diakibatkan karena material mengandung kadar air tinggi dan belum adanya proses pengeringan material yang dilakukan oleh perusahaan. Material yang kelebihan kadar air akan menyebabkan cacat pada hasil produksi. Oleh karena itu material yang akan digunakan dalam proses produksi harus dikeringkan agar kandungan air pada material dapat dikurangi sehingga proses produksi akan berjalan dengan lancar dan kualitas produk selalu terjaga. Hal ini dapat dilakukan dengan cara melakukan pelatihan kepada petani tebu tentang pemeliharaan tanaman tebu dengan baik dan benar agar menghasilkan tebu yang berkualitas dan memastikan bahan baku produksi sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar dengan cara meningkatkan pengecekan terhadap kualitas tebu di stasiun timbangan dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi serta perusahaan harus mengadakan proses pengeringan bahan baku untuk membuat material tidak kelebihan air.

Jenis kecacat ketiga terjadi selama proses produksi gula kristal putih adalah cacat gula abu. Cacat gula abu adalah kondisi kristal gula yang ukurannya kurang dari standar yang telah ditentukan, yakni sebesar $<0,8$ mm. Pada tabel 4.15 dapat dilihat bahwa jenis cacat gula abu memiliki 4 penyebab kegagalan. Yang pertama adalah lingkungan fisik yang tidak nyaman. Lingkungan fisik yang tidak nyaman ini memiliki nilai *severity* 5 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurance* sebesar 6 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar, sedangkan nilai *detection* sebesar 5 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah lingkungan kerja yang nyaman. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar tidak terjadi lagi kesalahan pada faktor lingkungan yang menyebabkan kesalahan dari operator. lingkungan fisik yang tidak nyaman ini diakibatkan oleh kondisi udara ditempat produksi yang panas, dimana kondisi udara di tempat produksi mencapai suhu sekitar 32°C dan

juga disebabkan oleh suara yang bising, dimana tingkat kebisingan di sekitar mesin produksi mencapai 85dB. Lingkungan merupakan salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran suatu proses produksi, agar proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien maka diperlukan suatu lingkungan kerja yang nyaman. Dengan menambahkan fasilitas seperti ventilasi dan *exhaust fan* yang dapat mengurangi suhu panas dalam ruangan dan pemberian *ear muff* kepada operator untuk mengurangi suara bising, maka perusahaan dapat membantu membuat suasana lingkungan kerja yang nyaman bagi para pekerjanya.

Penyebab terjadinya jenis cacat gula abu yang kedua adalah penambahan air imbibisi yang terlalu banyak yang dilakukan oleh operator karena tidak mengikuti SOP perusahaan dengan benar dan juga pengaruh dari lingkungan fisik yang tidak nyaman berupa kondisi udara yang panas dan suara yang bising. Hal tersebut menyebabkan kesalahan dalam penambahan air imbibisi terhadap nira yang terlalu banyak, sehingga akan menyebabkan proses kristalisasi tidak maksimal karena kadar air yang tinggi dalam nira. Penambahan air imbibisi yang terlalu banyak ini memiliki nilai *severity* 6 yang berarti Kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurrence* sebesar 6 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar, sedangkan nilai *detection* sebesar 6 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar tidak terjadi lagi kesalahan pada faktor manusia. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses kristalisasi yang sempurna. Proses kristalisasi merupakan proses penguapan air yang terdapat dalam nira kental dan membentuk kristal gula dengan diameter sesuai standard dengan menekan kehilangan gula dalam tetes seminimal mungkin. Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam proses kristalisasi adalah proses penambahan air imbibisi oleh operator, dimana apabila nira kelebihan kadar air gugus gula yang akan dibentuk pada proses kristalisasi akan lebur dan menjadi gula abu, sehingga perlu ada pengawasan pada operator untuk lebih fokus dalam melakukan proses produksi dan perlu adanya teguran serta pemberian *punishment* kepada operator guna menyadarkan operator agar selalu teliti dan konsentrasi saat melakukan pekerjaan. Tak

hanya itu perusahaan perlu menentukan ulang takaran yang pas untuk penambahan air imbibisi agar tidak terjadi lagi kesalahan.

Penyebab terjadinya jenis cacat gula abu yang ketiga adalah performa mesin kurang maksimal. Performa mesin yang kurang maksimal ini memiliki nilai *severity* 7 yang berarti kualitas produk tidak memuaskan, dimana terdapat cacat produk yang lumayan banyak, kemudian nilai *occurance* sebesar 6 yang menandakan Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar, sedangkan nilai *detection* sebesar 6 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar kondisi mesin selalu optimal. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah kondisi mesin yang baik. Performa mesin yang kurang maksimal ini disebabkan oleh kurangnya perawatan pada mesin puteran dan mesin masakan sehingga kedua mesin tersebut sering mengalami kerusakan. Pada mesin puteran terjadi kerusakan *elektromotor* yang mengakibatkan proses puteran tidak maksimal. Sedangkan pada mesin masakan terjadi kerusakan yaitu tekanan *vacum* rendah yang menyebabkan titik didih nira tidak dapat ditekan secara maksimal sehingga proses masakan akan lebih lama sehingga menyebabkan gugus gula yang sudah terbentuk akan lebur. Mesin merupakan salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran suatu proses produksi, agar proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien maka mesin yang digunakan harus dalam kondisi yang baik. Agar kondisi mesin selalu terjaga, perlu dilakukan pembuat jadwal perbaikan mesin setiap bulan dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi. Karena *maintenance* mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi, kemudian melakukan perawatan mesin produksi setelah digunakan seperti pembersihan kerak-kerak yang terdapat pada mesin produksi, melakukan pengecekan mesin-mesin produksi sebelum digunakan untuk proses produksi, mengganti mesin-mesin yang sudah tidak layak digunakan untuk proses produksi, mengganti *part-part* mesin yang sudah tidak layak digunakan dan memastikan mesin produksi sesuai dengan kapasitas yang digunakan dan sudah sesuai dengan SOP perusahaan.

Penyebab terjadinya jenis cacat gula abu yang terakhir adalah kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS. Kualitas tebu yang tidak sesuai kriteria MBS ini memiliki nilai

severity 5 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurance* sebesar 7 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar bahan baku sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah bahan baku yang berkualitas. Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS diakibatkan karena material mengandung kadar air tinggi dan belum adanya proses pengeringan material yang dilakukan oleh perusahaan. Material yang kelebihan kadar air akan menyebabkan cacat pada hasil produksi. Oleh karena itu material yang akan digunakan dalam proses produksi harus dikeringkan agar kandungan air pada material dapat dikurangi sehingga proses produksi akan berjalan dengan lancar dan kualitas produk selalu terjaga. Hal ini dapat dilakukan dengan cara melakukan pelatihan kepada petani tebu tentang pemeliharaan tanaman tebu dengan baik dan benar agar menghasilkan tebu yang berkualitas dan memastikan bahan baku produksi sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar dengan cara meningkatkan pengecekan terhadap kualitas tebu di stasiun timbangan dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi serta perusahaan harus mengadakan proses pengeringan bahan baku untuk membuat material tidak kelebihan air.

Jenis cacat terakhir terjadi selama proses produksi gula kristal putih adalah cacat warna gula. Cacat warna gula adalah cacat gula dimana gula memiliki bilangan ICUMSA > 300, warna gula yang seharusnya bewarna putih bersih seperti kristal menjadi bewarna kecoklatan. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa jenis cacat warna memiliki 3 penyebab kegagalan. Yang pertama adalah kesalahan penambahan flokulan yang dilakukan oleh operator karena tidak mengikuti SOP perusahaan dengan benar yang menyebabkan proses pemurnian gula menjadi tidak beraturan. Kesalahan penambahan flokulan ini memiliki nilai *severity* 6 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurance* sebesar 6 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang sehingga kegagalan terjadi kadang-kadang, tetapi tidak dalam porsi atau tingkatan yang besar, sedangkan nilai

detection sebesar 4 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar tidak terjadi lagi kesalahan pada faktor manusia. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses pemurnian yang sempurna. Proses pemurnian adalah proses memisahkan kotoran yang terdapat pada nira mentah sehingga didapatkan nira encer dan blotong dengan tetap menjaga agar sukrosa tidak mengalami kerusakan. Proses kimia pada stasiun pemurnian dinamakan proses sulfitasi dimana prinsip dasar pemurnian adalah mengikat bahan selain gula (pengotor) dengan bantuan zat kimia yaitu flukolan sehingga didapatkan endapan, semakin banyak endapan yang dibentuk maka semakin baik kinerja dari stasiun pemurnian. Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam proses pemurnian yang dapat mempengaruhi adalah penambahan flukolan atau zat kimia untuk mengikat kotoran oleh operator sehingga perlu adanya pengawasan pada operator untuk lebih fokus dalam melakukan proses produksi dan perlu adanya teguran serta pemberian *punishment* kepada operator guna menyadarkan operator agar selalu teliti dan konsentrasi saat melakukan pekerjaan. Tak hanya itu perusahaan perlu menentukan ulang takaran yang pas untuk penambahan zat kimia yaitu flukolan agar tidak terjadi lagi kesalahan.

Penyebab terjadinya jenis cacat warna gula yang kedua adalah performa mesin kurang maksimal. Performa mesin yang kurang maksimal ini memiliki nilai *severity* 8 yang berarti kualitas produk tidak memuaskan, dimana terdapat cacat produk yang lumayan banyak, kemudian nilai *occurance* sebesar 7 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang, sedangkan nilai *detection* sebesar 5 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar kondisi mesin selalu optimal. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah kondisi mesin yang baik. Performa mesin yang kurang maksimal ini disebabkan oleh kurangnya perawatan pada mesin pemurnian yang mengakibatkan proses pemurnian nira kotor tidak dapat berjalan dengan baik dan kondisi mesin yang sudah usang tua karena pemakaian mesin yang nonstop. Mesin merupakan salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran suatu proses produksi, agar

proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien maka mesin yang digunakan harus dalam kondisi yang baik. Agar kondisi mesin selalu terjaga, perlu dilakukan pembuatan jadwal perbaikan mesin setiap bulan dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi, karena maintenance mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi, kemudian melakukan perawatan mesin produksi setelah digunakan seperti pembersihan kerak-kerak yang terdapat pada mesin produksi, melakukan pengecekan mesin-mesin produksi sebelum digunakan untuk proses produksi, mengganti mesin-mesin yang sudah tidak layak digunakan untuk proses produksi, mengganti part-part mesin yang sudah tidak layak digunakan dan memastikan mesin produksi sesuai dengan kapasitas yang digunakan dan sudah sesuai dengan SOP perusahaan.

Penyebab terjadinya jenis cacat gula kerikil yang terakhir adalah kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS. Kualitas tebu yang tidak sesuai kriteria MBS ini memiliki nilai *severity* 5 yang berarti kegagalan mengakibatkan beberapa cacat produk, dimana terdapat cacat produk yang sangat kecil, kemudian nilai *occurance* sebesar 7 yang menandakan kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi sehingga kegagalan sering terjadi secara berulang, sedangkan nilai *detection* sebesar 6 yang berarti metode pengontrolan untuk mendeteksi kegagalan bersifat sedang. Beberapa penyebab akan terlihat dan penyebab masih terjadi kadang-kadang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar bahan baku sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah bahan baku yang berkualitas. Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS diakibatkan karena kondisi tebu yang masih tercampur dengan tanah dan kurangnya pengawasan yang dilakukan pekerja. Material yang bersih akan menghasilkan produk yang bersih pula tanpa adanya cacat pada hasil produksi. Oleh karena itu material yang akan digunakan dalam proses produksi harus dirawat agar proses produksi berjalan dengan lancar dan kualitas produk selalu terjaga dengan cara melakukan pelatihan kepada petani tebu tentang pemeliharaan tanaman tebu dengan baik dan benar agar menghasilkan tebu yang berkualitas dan memastikan bahan baku produksi sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar dengan cara meningkatkan pengecekan terhadap kualitas tebu di stasiun timbangan dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi.

BAB VI

PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan usulan rekomendasi hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan di Pabrik Gula Mojo Sragen.

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dalam menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan, yaitu sebagai berikut:

1. Produk cacat merupakan produk yang dihasilkan dari proses produksi yang tidak memenuhi standar yang ditentukan (Abdul Halim, 2000). Dari seluruh proses produksi di Pabrik Gula Mojo terdapat beberapa jenis produk cacat yang terjadi yaitu antara lain: cacat warna gula, cacat gula kerikil, cacat gula abu dan cacat *scrap sugar*.
2. Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan nilai sigma dapat diketahui bahwa tingkat kemungkinan terjadinya cacat sebesar 6.085,55 dengan nilai rata-rata level sigma berada pada tingkat 4,13. Dari nilai sigma tersebut dapat diartikan bahwa tingkat kemampuan proses produksi di Pabrik Gula Mojo Sragen telah mencapai nilai rata-rata industri USA tetapi kemampuan tersebut masih jauh dari target six sigma yang harus dicapai yaitu sebesar 6 sigma.
3. Terjadinya kecacatan produk pada gula kristal putih yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor mesin, faktor material dan faktor manusia :

a) Jenis cacat warna gula

Penyebab terjadinya cacat warna gula pada faktor manusia disebabkan oleh pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar sehingga terjadi kesalahan penambahan flukolan. Pada faktor mesin disebabkan karena kurangnya perawatan yang dilakukan dan kondisi mesin yang sudah tua sehingga mesin sering mengalami *overhead* yang mengakibatkan performa mesin kurang maksimal. Sedangkan faktor material disebabkan karena tebu yang akan diproduksi kotor dan masih tercampur dengan tanah sehingga tebu tidak sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis bersih dan segar.

b) Jenis cacat gula kerikil

Penyebab terjadinya cacat gula kerikil pada faktor manusia disebabkan oleh pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar sehingga terjadi kesalahan

penambahan zat kimia yaitu fondan. Pada faktor mesin disebabkan karena kurangnya dan kondisi mesin yang sudah usang karena pemakaiannya yang nonstop sehingga menyebabkan mesin sering mengalami *overhead*. Sedangkan faktor material disebabkan karena tebu yang akan diproduksi belum siap untuk dipanen karena masih muda sehingga nira yang akan dihasilkan lengket sehingga bahan baku tersebut tidak sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis bersih dan segar.

c) Jenis cacat gula abu

Penyebab terjadinya cacat gula abu pada faktor manusia disebabkan oleh kondisi lingkungan fisik yang tidak nyaman dan pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar sehingga terjadi kesalahan penambahan air imbibisi. Pada faktor mesin disebabkan karena kurangnya perawatan yang dilakukan dan kondisi mesin yang sudah usang karena pemakaiannya yang nonstop sehingga menyebabkan mesin sering mengalami *overhead*. Faktor material disebabkan karena belum adanya proses pengeringan tebu yang dilakukan sehingga tebu yang akan diproduksi memiliki kadar air yang tinggi sehingga nira yang akan dihasilkan akan kelebihan kadar air sehingga bahan baku tersebut tidak sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis bersih dan segar. Sedangkan faktor lingkungan dipengaruhi oleh kondisi udara yang panas dan suara yang bising sehingga menyebabkan lingkungan fisik yang tidak nyaman.

d) Jenis cacat *scrap sugar*

Penyebab terjadinya cacat gula abu pada faktor manusia disebabkan oleh kondisi lingkungan fisik yang tidak nyaman dan pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar sehingga terjadi kesalahan proses penguapan yang terlalu lama. Pada faktor mesin disebabkan karena kurangnya perawatan yang dilakukan dan kondisi mesin yang sudah usang karena pemakaiannya yang nonstop sehingga menyebabkan mesin sering mengalami *overhead* yang mengakibatkan performa mesin kurang maksimal. Faktor material disebabkan karena belum adanya proses pengeringan tebu yang dilakukan sehingga tebu yang akan diproduksi memiliki kadar air yang tinggi. Sedangkan faktor lingkungan dipengaruhi oleh kondisi udara yang panas dan kondisi lingkungan yang basah sehingga menyebabkan lingkungan fisik yang tidak nyaman.

4. Usulan perbaikan yang diberikan untuk meningkatkan kualitas produk gula kristal putih di Pabrik Gula Mojo Sragen adalah sebagai berikut :

1. Faktor Lingkungan

- a) Menambahkan fasilitas seperti ventilasi dan *exhaust fan* yang dapat mengurangi suhu panas dalam ruangan.
- b) Pemberian *ear muffle* kepada operator untuk mengurangi suara bising.
- c) Membersihkan lingkungan yang terdapat genangan air secara rutin.

2. Faktor Mesin

- a) Membuat jadwal perbaikan mesin setiap bulannya dan dilakukan secara rutin sebelum dan sesudah produksi. Karena maintenance mesin dilakukan apabila mesin mengalami kendala saat proses produksi.
- b) Melakukan perawatan mesin produksi setelah digunakan seperti pembersihan kerak-kerak yang terdapat pada mesin produksi.
- c) Melakukan pengecekan mesin-mesin produksi sebelum digunakan untuk proses produksi.
- d) Memastikan mesin produksi sesuai dengan kapasitas yang digunakan dan sudah sesuai dengan SOP.
- e) Membuat jadwal maintenance untuk mesin-mesin produksi.
- f) Mengganti mesin-mesin yang sudah tidak layak digunakan untuk proses produksi.
- g) Mengganti *part-part* mesin yang sudah tidak layak digunakan.

3. Faktor Manusia

- a) Perlu ada pengawasan pada operator untuk lebih fokus dalam melakukan proses produksi gula kristal putih terutama di stasiun penggilingan, pemurnian, masakan, kristalisasi, dan puteran.
- b) Menegur dan menyadarkan pekerja serta memberi punishment dan reward bagi pekerja agar selalu teliti dan konsentrasi saat melakukan pekerjaan, karena hal tersebut akan sangat berdampak pada hasil produksi.
- c) Menentukan takaran yang pas untuk penambahan air imbibisi dan juga pemberian zat kimia tambahan yaitu flukolan dan fondan sesuai dengan SOP yang telah dibuat perusahaan.
- d) Melakukan training kepada operator sesuai dengan bidangnya dan lebih mempelajari tentang akibat dari kesalahan proses dan kecacatan produk.

- e) Menambahkan fasilitas seperti ventilasi dan *exhaust fan* yang dapat mengurangi suhu panas dalam ruangan, dan pemberian *ear muff* kepada para pekerja terutama operator mesin untuk mengurangi suara bising agar tercipta suasana kerja yang nyaman.

4. Faktor Material

- a) Mengadakan proses pengeringan bahan baku untuk membuat kadar air material stabil dan tidak kelebihan kadar air.
- b) Melakukan pelatihan kepada petani tebu tentang pemeliharaan tanaman tebu dengan baik dan benar agar menghasilkan tebu yang berkualitas.
- c) Memastikan bahan baku produksi sesuai dengan kriteria MBS yaitu manis, bersih dan segar dengan cara meningkatkan pengecekan terhadap kualitas tebu di stasiun timbangan dan meningkatkan ketelitian dalam pembersihan terhadap bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi.
- d) Melakukan budidaya tumbuhan tebu yang tepat.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada pihak Pabrik Gula Mojo Sragen untuk perbaikan atau peningkatan kualitas produknya dalam upaya mengurangi produk cacat adalah sebagai berikut:

1. Pabrik Gula Mojo harus lebih meningkatkan kemampuan proses produksil, kualitas produk dan pengawasan dalam pengendalian proses produksi sesuai dengan tindakan rekomendasi yang diberikan sehingga perusahaan dapat mencapai target sigma sesuai dengan yang ingin dicapai oleh perusahaan.
2. Bagi peneliti selanjutnya agar dapat menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan dengan mengulas lebih lanjut tentang konsep six sigma dengan tahapan peningkatan kualitas secara lengkap dan pengembangannya yaitu menggunakan tahapan DMAIC yang dilakukan sampai tahap *Control*, agar hasil yang didapatkan lebih maksimal dan memperoleh peningkatan nilai sigma dan hasil DPMO dapat menurun. Kemudian bisa juga menambahkan perhitungan dalam peningkatan keuntungan dan penuruanan biaya terhadap COPQ (*Cost of Poor Quality*), serta menggabungkan six sigma dengan *lean* untuk meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan *deffect*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D. W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- 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>
- Budiman, F. (2016). *Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma*. Repository Widyatama. 4 (1): 1-10.
- Candra, S.B., & Moh, E.L. (2018). *Penerapan Metode Six Sigma Dan Perbaikan Kerja Pada Pengendalian Kualitas Sepatu CV. CIR*. Makassar.
- Chang, R.Y. & Matthew, E. (1998). *Alat Peningkatan Mutu Jilid 2*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Cox, E. (1994). *The fuzzy systems handbook*. Massachusetts: Academic Press Inc.
- Decky, A & Ilhamyah, S. (2018). *Penerapan Six Sigma Upaya Peningkatan Produktivitas Pada Perusahaan Moulding Plastik*. Jurnal Teknik Industri. Univeritas Brawijaya.
- 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>
- Ehlert, P.A.M. & Rothkrantz, L.J.M. (2001). *Microscopic traffic simulation with reactive driving agents*. IEEE intelligent Transportation Systems Conference Proceedings. Oakland.
- 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>
- Eryza, A. E., & Dian, J. (2021). *Risiko Penyebab Cacat Button Dengan Metode FMEA Dan FTA Pada Departemen Warehouse*. Jurnal Teknik Industri.
- Fandi, A. (2019). *Six Sigma Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada UKM*. Jurnal Ekonomi Bisnis.
- Federal Highway Administration. 1995. *Communications in traffic control systems, volume i*. <http://www.tfhr.gov/library/library.html>
- Feigenbaum, A, V. (1989). *Kendali Mutu Terpadu. Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- 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>
- Gaspersz, V. (2001). *Total Quality Mangement*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Gen, M. & Cheng, R. (1997). *Genetic algorithms and engineering design*. Canada: John Wiley & Sons, Inc
- Grant, E. L. & Leavenworth, R.S. (1989). *Pengendalian Mutu Statistik. Edisi keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Gusti, N.D. (2018). *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Statistic Processing Control (SPC) Pada CV. Pusaka Bali Persada (Kopi Banyuatis)*. Jurnal Teknik. Universitas Udayana.
- Habesch, N.O. & Awadallah, F. (1999). *Video Image Processing-A Technology Evaluation for Freeway*. Proceedings of 6th World Congress on Intelligent Transport Systems. CD-ROM. Toronto.
- Handoko, H. (2016). *Manajemen. Edisi 2*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Hani, S., & Elisabeth, P. (2017). *Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo)*. Jurnal Teknik Industri. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hasbullah, Y. (2016). *Menghitung Nilai DPMO DPMO*. Repository Unpas. 6(11): 1-12
- Hidayat, A. (2007). *Strategi Six Sigma*. Elex Media Komputindo. <https://books.google.co.id/books?id=II53jxvNoCwC>
- Kauro, & Ishikawa, D.R. (1989). *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu. (terjemahan). Edisi Pertama*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- 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>
- Muhaemin, A. (2012). *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma Pada Harian Tribun Timur*. Tesis. Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Hasanuddin
- 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://ejurnal.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>
- Pande, P.S., & Robert, P. (2002). *The Six Sigma Way*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- 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)*. Jati Undip: Jurnal Teknik Industri, 12(2), 77–84. <https://doi.org/10.14710/jati.12.2.77-84>

- Heizer, J. & Render, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan Edisi 11*. Salemba Empat. Jakarta.
- 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://e-jurnal.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>
- Sucipto, Devita, P., & Sakunda, A. (2017). *Pengendalian Kualitas Pengalengan Jamur dengan Metode Six Sigma di PT Y, Pasuruan, Jawa Timur*. Jurnal Six Sigma. Universitas Merdeka Pasuruan.
- Solomon, S. (2011). *The Indian Sugar Industry: An Overview*. Sugar Tech, 13(4), 255–265. <https://doi.org/10.1007/s12355-011-0115-z>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data produksi dan produuk cacat PG Mojo Sragen

DATA PRODUKSI GULA KRISTAL PUTIH

No	Tanggal	Produksi Gula (kg)	Jumlah Cacat			Total Cacat
			Kerikil	Abu	Scrap Sugar	
1	2 Februari 2023	0	-	-	-	0
2	3 Februari 2023	20.400	470	172	335	977
3	4 Februari 2023	56.800	536	186	418	1240
4	5 Februari 2023	126.400	608	147	354	1109
5	6 Februari 2023	42.000	371	190	396	957
6	7 Februari 2023	113.100	338	115	370	923
7	8 Februari 2023	104.700	566	165	383	1114
8	9 Februari 2023	0	-	-	-	0
9	10 Februari 2023	12.200	430	220	915	1565
10	11 Februari 2023	42.000	425	202	462	1089
11	12 Februari 2023	92.500	629	184	415	1228
12	13 Februari 2023	115.500	573	212	386	1171
13	14 Februari 2023	33.000	418	306	310	1034
14	15 Februari 2023	0	-	-	-	0
15	16 Februari 2023	44.100	402	312	300	1014
16	17 Februari 2023	89.000	506	208	353	1067
17	18 Februari 2023	110.000	547	304	373	1224
18	19 Februari 2023	110.500	345	236	472	1053
19	20 Februari 2023	118.500	310	201	315	826
20	21 Februari 2023	129.600	424	162	312	898
21	22 Februari 2023	148.400	330	190	365	885
22	23 Februari 2023	123.000	304	210	352	866
23	24 Februari 2023	20.800	603	205	401	1209
24	25 Februari 2023	84.700	396	354	398	1148
25	26 Februari 2023	141.700	515	380	307	1102
26	27 Februari 2023	131.900	338	128	320	786
27	28 Februari 2023	150.000	370	157	385	912
28	1 Maret 2023	108.400	356	271	378	1005
29	2 Maret 2023	142.600	315	244	358	917
30	3 Maret 2023	140.000	346	225	323	894
31	4 Maret 2023	156.000	327	313	363	1003
32	5 Maret 2023	110.200	528	216	314	958
34	6 Maret 2023	127.600	434	195	317	946

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian







di kor	Pol	HK	BAYIANYA BAK NPA MENYALAH	BAYIANYA BAK AKZ BERSISI	INDUKSI % TERBUKA	ENAL LUNE	KUNTAL TERE	KUNTAL 200	KUNTAL TERE
6032	4295	712	1140	37	97/215	17	1175	-	-
6059	4329	715	1140	40	102/225	15	1012	-	-
6136	4381	714	1200	28	125/282	15	996	100	-
6033	4338	712	1140	27	100/213	15	1138	100	-
6152	4405	716	1200	42	108/240	16	1059	100	-
6041	4301	712	1200	42	106/225	13	1127	100	-
6237	4310	719	1140	42	107/225	13	919	100	-
6055	4317	713	1140	32	101/222	17	1134	23	-
6075	4334	713	9240	314	108/266	126	8560	523	-
6046	4310	714	1200	45	112/221	15	1067	-	-
6112	4412	717	1260	28	117/253	15	1076	50	-
6044	4425	718	1200	33	105/223	16	1141	150	-
6078	4421	712	1140	40	107/227	15	1059	100	-
6032	4324	715	1260	42	118/235	15	1061	-	-
6035	4354	716	1260	39	101/233	17	1168	50	-
6042	4422	717	1260	39	103/269	16	1056	93	-
6043	4413	712	1140	24	104/213	15	1086	-	-
6054	4454	715	9720	315	111/261	124	8714	447	-
6026	4465	715	1140	37	101/221	16	1110	-	-
6026	4462	712	1080	36	108/226	15	1102	-	-
6027	4465	715	600	13	120/280	7	464	50	-
6027	4462	712	1140	36	120/288	14	950	50	-
6027	4467	717	1140	38	104/249	15	1088	100	-
6027	4472	712	1080	38	113/400	15	950	100	-
6027	4464	714	800	29	113/266	12	292	130	-
6027	4475	715	1020	31	106/222	15	998	-	-
6027	4474	714	2100	280	109/210	109	2154	430	-
6027	4476	714	2700	807	109/353	353	2473	1400	-

Lampiran 3. Hasil Wawancara

HASIL WAWANCARA

A. Narasumber

Nama : Vivien Setio A ,S.T

Jabatan : Asisten bagian Produksi

B. Pewawancara

Nama : Ikhsan Arfianto

NIM : 19522341

C. Hasil wawancara

P : Assalamualaikum, Selamat pagi pak, maaf mengganggu waktu bapak. Saya mahasiswa dari Universitas Islam Indonesia bermaksud mewawancarai bapak terkait proses produksi di Pabrik Gula Mojo.

N : Wa'alaikumsalam, iya mas silakan ?

P : Bagaimana sih pak proses pembuatan gula di PG Mojo dari awal bahan baku sampai menjadi gula pasir ?

N : Untuk proses produksi dimuai dari stasiun timbangan untuk menimbang dan mengecek kualitas tebu, kemudian masuk ke stasiun penggilingan, dimana nira yang dihasilkan masuk ke pemurnian untuk memisahkan nira dengan kotoran, setelah itu masuk ke stasiun penguapan untuk mengentalkan nira, setelah nira menjadi kental kemudian akan di kristalisasi di stasiun masakan, lalu masuk ke stasiun puteran untuk memisahkan gugus kristal dengan larutannya sehingga terbentuk kristal – kristal gula dan yang terakhir yaitu penyelesaian dimana gula akan diangkut dengan saringan getar ke karung yang sudah disiapkan.

P : Kalau untuk proses penyalakan mesin itu serentak atau bagaimana pak ?

N : Kalau serentak nggak bisa mas karena daya listriknya cukup besar dan daya di PG Mojo masih sangatlah kurang.

P : Kalau begitu gimana pak untuk menyalakan semua mesin produksi?

N : Jadi untuk menyalakan seluruh mesin produksi dimulai dari menyalakan mesin broiler dulu mas dengan menggunakan diesel yang dinyalakan semalaman kemudian baru bisa menyalakan mesin broiler dan setelah mesin broiler hidup daya listrik yang dihasilkan bisa digunakan untuk menyalakan semua mesin produksi.

P : Oh jadi begitu ya pak, kemudian jenis cacat apa saja sih pak yang terjadi di PG Mojo dan berapa sih proporsi cacat yang terjadi?

N : Untuk jenis cacat yang terjadi ada warna gula, gula abu, gula kerikil dan *scrap sugar*. Dimana cacat warna gula yaitu gula yang berwarna kecoklatan, kemudian untuk cacat gula abu yaitu gula yang ukuran kristalnya kurang dari 0,8 mm, dan untuk gula kerikil yaitu gula yang ukuran kristalnya lebih dari 1 mm dan untuk *scrap sugar* yaitu gula sisa produksi dimana cacat ini terdapat pada menempel pada dinding mesin produksi.

N : Kemudian untuk jumlah cacat yang terjadi yaitu sekitar 1% – 5%.

P : Untuk data produksi dan cacat yang terjadi apakah ada dokumentasinya pak ?

N : Tentu ada mas, karena untuk data yang akan disetorkan ke pusat, bisa minta di bagian administrasi mas

P : Faktor apa saja sih pak yang menyebabkan cacat tersebut ?

N : Faktor yang menyebabkan cacat ada di mesin, lingkungan, manusia dan bahan baku mas

P : Kendala apa saja sih pak yang sering terjadi pada saat proses produksi ?

N : Untuk kendala yang sering terjadi biasanya ada mesin yang trobel mas, ya maklum lah karena mesinnya sudah pada tua semua

P : Kalau dari faktor – faktor sebab cacat tadi untuk faktor lingkungan itu apa saja ya pak ?

N : Kalo dari lingkungan keluhan dari para pekerja yaitu suhu udara yang panas, sebabnya karena kurangnya ventilasi mas, kemudian suara bising dari mesin” produksi dan lingkungan yang lembap yang terjadi karena beberapa mesin mengalami kebocoran dan terocoh pada saat hujan mas.

P : Untuk suhu panasnya itu kisaran berapa derajat ya pak dan untuk suara bising itu sampai berapa desibel pak ?

N : suhunya kira” 32 °C dan untuk suaranya itu sekitar 85 dB mas, soalnya dari hasil pengukuran per shif itu ternyata berbeda tingkat bisingnya, shif itu malam sampai 92 dB mas.

P : Kalau dari faktor manusia, bahan baku dan mesin apa saja ya pak ?

N : kalau dari bahan baku ya itu mas kotor, masih muda, terkena penyakit, kadar airnya banyak apalagi ini musim hujan. Kalau untuk manusia sebab utamanya kurang fokus

atau teliti mas. Kalau untuk mesin ya karena udah tua tadi , sehingga sering overhead mas jadi gak maksimal prosesnya, sama kurang adanya perawatan terhadap mesin mas.

P : Assalamualaikum, Selamat siang pak, maaf mengganggu waktu bapak. Saya masih ada hal yang perlu ditanyakan kembali apakah boleh pak ?

N : Monggo mas, silahkan

P : Kemarin kan dari penjelasan bapak di PG Mojo terdapat 4 jenis cacat ya pak ?

N : Iya mas

P : Nah dari 4 jenis cacat itu bisa dijelaskan enggak pak, faktor terjadinya cacat diproses apa gitu pak ?

N : Oh bisa mas, dari yang mana dulu mas?

P : Dari cacat warna dulu aja pak kemudian cacat gula kerikil dan gula abu baru yang terakhir *scrap sugar* ?

N : Oh iya mas, kalau untuk cacat warna gula itu jelas di proses pemurnian mas, faktor penyebabnya dari manusia, mesin dan bahan baku mas. Untuk faktor bahan baku jelas karena bahan bakunya kotor jadi tebu yang digiling masih terdapat tanah yang menempel dan ikut masuk ke proses penggilingan sehingga nira yang dihasilkan kotor. Kemudian faktor manusia, jadi untuk memisahkan kotoran dengan nira itu perlu bahan kimia tambahan yaitu flukolan, nah biasanya operator memberikan flukolan hanya berdasar presepsinya saja tanpa ada takaran yang pas. Lalu untuk masalah mesin ya seperti kemarin mas karena sudah usang dan jarang adanya perawatan sehingga sering terjadi *overhead*.

N : Lalu untuk cacat gula kerikil faktor penyebabnya yaitu mesin, lingkungan dan material, dimana untuk mesin terjadi di mesin masakan dan puteran dimana mesin” produksi di sini sudah usang dimana *filterscreen* yang sudah halus dan jarang adanya perawatan misalnya pada pipa uap pan masakan yang sering tersumbat dan *vibratingscreen* sehingga penggunaan mesin tidak optimal. Kemudian untuk faktor lingkungan ada faktor suhu dan suara bising untuk suhu itu sekitar 32°C dan untuk tingkat kebisingan sekitar 85 – 92 dB . Kemudian kalo faktor bahan baku karena tebu masih muda sehingga nira yang dihasilkan lengket.

N : Kalau cacat gula abu faktor penyebabnya yaitu mesin, lingkungan, manusia dan material. Untuk faktor lingkungan ada faktor suhu dan suara bising untuk suhu itu sekitar 32°C dan untuk tingkat kebisingan sekitar 85 – 92 dB. Kemudian untuk faktor

bahan baku karena bahan bakunya masih mengandung banyak air. Lalu untuk faktor manusia yaitu kurangnya ketelitian operator contohnya penambahan air imbibisi yang terlalu banyak. Kalau untuk mesin terjadi di mesin masakan dan puteran dimana mesin” produksi di sini sudah usang dan jarang adanya perawatan misalnya pada elektromotor yang sering terbakar dan Tekanan *Vacuum* yang rendah sehingga penggunaan mesin tidak optimal.

N : Kemudian *scrap sugar* faktor penyebabnya yaitu mesin, lingkungan, manusia dan material. Untuk faktor lingkungan ada faktor suhu dan lingkungan yang basah untuk suhu itu sekitar 32°C. Kemudian untuk faktor bahan baku karena bahan bakunya masih mengandung banyak air. Lalu untuk faktor manusia yaitu kurangnya ketelitian operator contohnya pada proses penguapan yang terlalu lama. Kalau untuk mesin terjadi karena mesin sudah usang dan jarang adanya perawatan.

Lampiran 4. Hasil Kuisisioner

Tabel 4. 3 Perhitungan FMEA Gula Abu

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis Gula Abu	Lingkungan	Lingkungan fisik yang tidak nyaman	Pekerja menjadi kurang fokus	5	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi udara ditempat produksi yang panas Kondisi di tempat produksi yang bising 	6	Pembuatan ventilasi udara dan pemberian ear plug kepada para pekerja	5	150
2.		Manusia	Penambahan air imbibisi terlalu banyak	Kadar air dalam nira terlalu banyak sehingga akan memperlambat proses masakan	6	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar Kondisi lingkungan fisik yang tidak nyaman 	6	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	6	216
3.		Mesin	Performa mesin kurang maksimal	Proses masakan dan puteran tidak berjalan dengan sempurna	7	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya perawatan pada mesin produksi Pemakaian mesin produksi yang nonstop Kondisi mesin yang sudah usang tua 	6	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi kerusakan 	6	252
4.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan mengandung kadar air tinggi	5	<ul style="list-style-type: none"> Bahan baku yang memiliki kadar air tinggi Belum adanya proses pengeringan bahan baku 	7	Dilakukan Pengecekan kualitas dan kondisi tebu di stasiun timbangan	4	140

Tabel 4. 4 Perhitungan FMEA Scrap Sugar

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis scrap sugar	Lingkungan	Lingkungan fisik yang tidak nyaman	Pekerja menjadi tidak fokus	5	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi udara ditempat produksi yang panas Kondisi lingkungan produksi yang lembab 	6	Pembuatan ventilasi udara dan Pembersihan tempat kerja agar tetap kering	5	150
2.		Manusia	Proses penguapan terlalu lama	Terjadi karamelisasi sukrosa	7	<ul style="list-style-type: none"> Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar Kondisi lingkungan fisik yang tidak nyaman 	5	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	6	210
3.		Mesin	Performa mesin kurang maksimal	Proses produksi tidak berjalan dengan baik	7	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi mesin produksi yang sudah usang Pemakaian mesin produksi yang nonstop Kurangnya perawatan terhadap mesin produksi 	7	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi kerusakan 	5	245
4.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan mengandung kadar air tinggi	5	<ul style="list-style-type: none"> Bahan baku yang memiliki kadar air tinggi Belum adanya proses pengeringan bahan baku 	7	Dilakukan Pengecekan kualitas dan kondisi tebu di stasiun timbangan	4	140

Tabel 4. 1 Perhitungan FMEA Warna Gula

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis Warna Gula	Manusia	Kesalahan penambahan Flokulan	Kotoran pada nira tidak terikat dengan baik	6	Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar	6	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	4	144
2.		Mesin	Performa mesin tidak maksimal	Proses pemurnian tidak sempurna	8	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya perawatan yang dilakukan terhadap mesin pemurnian Kondisi mesin yang sudah usang atau tua 	7	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi trobel 	5	280
3.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan kotor	5	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi tebu yang masih tercampur dengan tanah Kurangnya pengawasan yang dilakukan pekerja 	7	Dilakukan pengecekan kualitas dan kondisi tebu	6	210

Tabel 4. 2 Perhitungan FMEA Gula kerikil

No	Akibat Kegagalan Proses	Faktor	Kegagalan yang potensial	Efek Kegagalan	S	Cause	O	Kontrol	D	RPN
1.	Cacat jenis Gula Kerikil	Manusia	Penambahan fondan yang terlalu banyak	Kristal gula tidak terbentuk dengan sempurna	5	Pekerja tidak mengikuti SOP dengan benar	6	Melakukan briefing dan melakukan evaluasi kerja.	5	150
2.		Mesin	Performa mesin kurang maksimal	Proses masakan dan puteran tidak berjalan dengan sempurna	7	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya perawatan pada mesin produksi Pemakaian mesin produksi yang nonstop Kondisi mesin yang sudah usang tua 	7	<ul style="list-style-type: none"> Perawatan mesin saat musim giling sudah selesai Penggantian part mesin saat terjadi kerusakan 	5	245
3.		Material	Kualitas tebu tidak sesuai kriteria MBS	Nira yang dihasilkan lengket	5	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi bahan baku yang masih muda belum siap untuk produksi Kurangnya pengetahuan petani tebu Kurangnya pengawasan pada proses cek sampel bahan baku tebu 	7	Dilakukan Pengecekan kualitas dan kondisi tebu di stasiun timbangan	4	140