

BAB 4

HASIL PENELITIAN

Proses mitigasi risiko pada upaya pengendalian kualitas dimulai dengan memilih objek yang akan dijadikan penelitian, Gaspersz (2002) menyatakan jika objek yang menjadi fokus penelitian adalah sesuatu dengan nilai tambah bagi konsumen (*Critical to Quality*). PT Madubaru merupakan perusahaan yang memproduksi gula kristal. Sebagai satu-satunya produsen gula kristal di Daerah Istimewa Yogyakarta jumlah penjualan produk gula di PT Madubaru mampu mencapai 17.855.282 Kg dalam satu tahun. Tingginya jumlah penjualan akan berpengaruh terhadap tingkat produksi gula kristal. Banyaknya jumlah produksi gula kristal, berpotensi menghasilkan *defect* pada produk Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Persentase Defect Gula Kristal Periode Musim Giling 2021

No.	Bulan	Jumlah Produksi (Ku)	Jumlah Defect Keseluruhan (Ku)	Persentase Defect (%)
1.	Mei	211.456	2.081	44,40
2.	Juni	961.932	2.436	5,74
3.	Juli	1.313.720	2.749	3,19
4.	Agustus	7.758.929	4.288	3,23
5.	September	2.457.896	259	0,14
6.	Oktober	1.528.906	1.699	0,79
	\bar{X}	2.372.140	2.252	9,58

Sumber : PT Madubaru (2022)

Tabel 4.1 mempresentasikan jumlah *defect* pada gula kristal selama musim giling 2021. Data menunjukkan masih ditemukan *defect* pada setiap periode. Oleh karena itu, dibutuhkan analisa lebih lanjut untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya *defect* pada gula kristal untuk menemukan usulan perbaikan yang relevan. Sehingga, objek dalam upaya pengendalian kualitas pada penelitian ini adalah kualitas dari *output* proses produksi gula kristal.

Analisis penyebab terjadinya *defect* pada penelitian ini menggunakan data *output* produksi musim giling 2022 yang dimulai dari Mei hingga Juni 2022. Data *output* produksi yang akan digunakan sebagai dasar analisis pengendalian kualitas pada proses produksi gula kristal adalah jumlah produksi, dan jumlah *defect* setiap produksi. Berikut akan dibahas proses produksi, hingga jenis dan penyebab dari

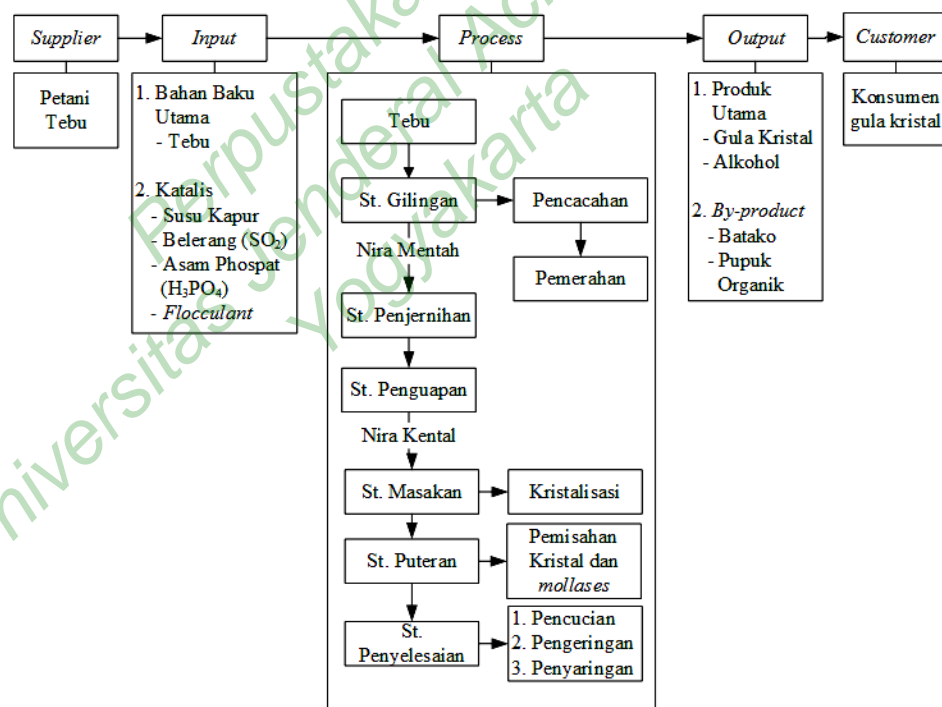
defect dari produk gula kristal di PT Madubaru, sehingga dapat dilakukan analisis pengendalian kualitas produk melalui pengurangan penyebab *defect* selama proses produksi.

4.1 Pendefinisian Proses Operasi

Langkah pertama dalam upaya pengendalian kualitas produk gula kristal di PT Madubaru dilakukan dengan mendefinisikan proses, dan identifikasi *defect* pada produk.

4.1.1 Proses Pemetaan

Proses *mapping* (pemetaan) dilakukan untuk mendefinisikan proses sebelum mengidentifikasi permasalahan. Pada tahap awal pendefinisian, proses *mapping* mendefinisikan proses pembuatan gula kristal dengan menggunakan diagram SIPOC Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Diagram SIPOC

Dari Gambar 4.1 dapat diketahui komponen dalam proses produksi gula kristal pada PT Madubaru sebagai berikut,

1. *Supplier*

PT Madubaru menjadikan petani sebagai mitra dalam menyuplai kebutuhan bahan baku tebu pada proses produksi gula

kristal. Kerja sama yang dilakukan PT Madubaru bersama para petani tebu memiliki tiga jenis yaitu,

a. Tebu Rakyat Mandiri

Tebu Rakyat Mandiri merupakan pola kerja sama yang seluruh kinerja mulai dari lahan, hingga pengolahan kebun dilakukan oleh petani.

b. Tebu Rakyat Kemitraan

Tebu Rakyat Kemitraan adalah bentuk kerja sama antara PT Madubaru dengan pemilik lahan. Tata kelola perkebunan sepenuhnya dilakukan oleh PT Madubaru.

c. Tebu Rakyat Kerja Sama Usaha

Sesuai dengan namanya proses pengelolaan perkebunan dilakukan bersama antar kelompok tani dan PT Madubaru. Pengelolaan lahan menjadi tanggung jawab kelompok tani, sedangkan PT Madubaru bertanggung jawab terhadap hal teknis terkait lahan perkebunan.

2. *Input*

Input yang diperlukan dalam proses produksi gula kristal terbagi menjadi dua jenis yaitu,

a. Bahan baku utama

Bahan baku utama pembuatan gula kristal adalah tebu, yang diperoleh dari hasil kerja sama bersama petani. Selain menjalin kerja sama dengan petani sekitar, untuk memenuhi kebutuhan bahan baku utama pembuatan gula kristal PT Madubaru juga menjalin kerja sama dengan petani tebu dari Sragen.

b. Katalis

Selain bahan baku utama, proses pembuatan gula kristal juga memerlukan katalis atau bahan pembantu sebagai berikut,

1) Susu Kapur

Susu kapur berfungsi untuk menaikkan pH, dan juga proses pengendapan saat proses penjernihan nira mentah.

2) Belerang (SO_2)

Fungsi penggunaan belerang (SO_2) dalam proses pembuatan gula kristal adalah menetralkan kelebihan susu kapur saat proses *sulfitasi*, menurunkan kadar warna dari nira kental saat penguapan, dan menurunkan pH serta membentuk endapan kapur.

3) Asam *Phospat* (H_3PO_4)

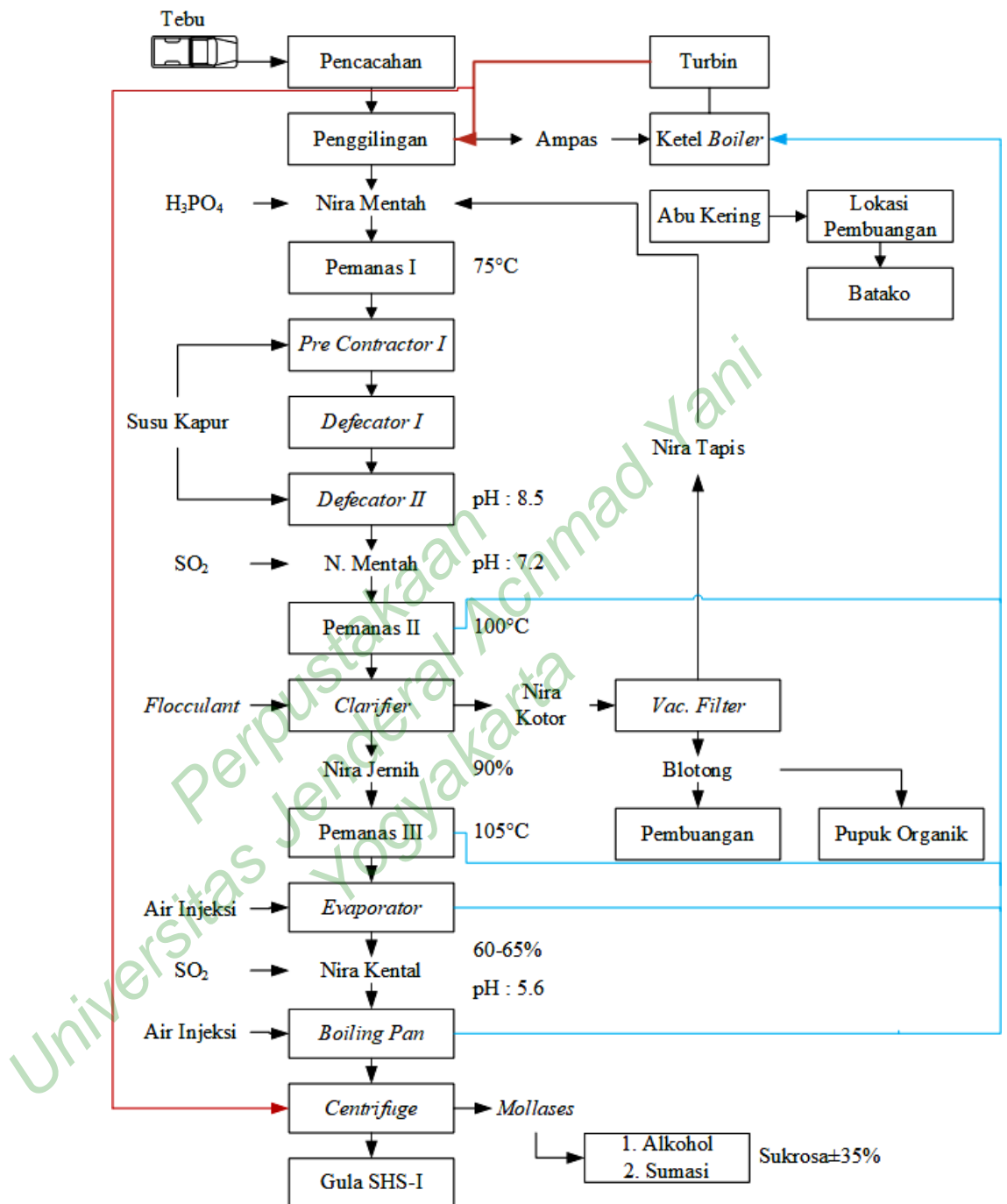
Asam *Phospat* (H_3PO_4) digunakan saat proses pada Stasiun Pemurnian. Penggunaan Asam *Phospat* (H_3PO_4) berfungsi untuk mengikat partikel-partikel kotoran yang terlalu halus agar bisa mengendap, sehingga nira mentah menjadi lebih jernih.

4) *Flocculant*

Flocculant merupakan bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat proses pengendapan saat penjernihan nira mentah yang dilakukan di Stasiun Pemurnian.

3. *Process*

Teknik yang digunakan pada proses produksi gula kristal di PT Madubaru adalah teknik *sulfitasi*. *Sulfitasi* merupakan proses pengolahan nira dengan menambahkan belerang (SO_2), untuk menghasilkan gula kristal dengan ICUMSA <400. Secara garis besar proses produksi pembuatan gula kristal PT Madubaru dimulai dari pencacahan tebu, pemerahan sari tebu, penjernihan, penguapan, proses kristalisasi, dan proses penyaringan. Secara rinci tahapan proses produksi gula kristal dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Alur Proses Produksi Gula Kristal

Gambar 4.2 menjelaskan alur proses produksi pembuatan gula kristal di PT Madubaru. Proses produksi gula kristal dimulai sejak kedatangan tebu dari petani. Tebu kemudian langsung dimasukkan kedalam mesin pencacah untuk dipotong menggunakan mesin *cane cutter* dan dipecah menggunakan *hammer unigrator*. Selanjutnya

hasil cacahan dimasukan dalam gilingan untuk diperah sari niranya. Untuk memperoleh hasil yang maksimal cacahan tebu ditambah dengan air ambibisi, dan diperah sebanyak lima kali sebelum menjadi ampas. Hasil dari St. Gilingan berupa nira mentah, dan ampas sisa perah yang akan dialihkan dalam *ketel boiler* dan dijadikan bahan bakar turbin, untuk menyuplai energi mesin penggiling dan puteran. Setelah proses pemerahan sari tebu di St. Gilingan, proses selanjutnya adalah menjernihkan nira mentah yang dilakukan di Stasiun Pemurnian.

Nira mentah hasil dari St. Gilingan selanjutnya diproses di Stasiun Pemurnian, untuk memisahkan kotoran yang terdapat dalam nira. Proses penjernihan nira di PT Madubaru menggunakan proses *sulfitasi*, dengan memanfaatkan beberapa bahan tambahan seperti Belerang (SO_2), Asam *Phospat* (H_3PO_4), dan *flocculant*. Nira mentah dari St. Gilingan ditambahkan zat kimia Asam Phospat (H_3PO_4) dan dipanaskan pada suhu 75°C . Untuk mengendapkan kotoran pada nira, pada saat proses *Pre-Contractor*, dan *defekasi* dalam mesin *Defecator* I dan II nira mentah dicampur dengan susu kapur, sehingga pH nira mencapai 8.5. Sebelum memasuki Stasiun Masakan, nira mentah dicampur dengan gas SO_2 untuk menetralkan kelebihan susu kapur, serta menurunkan pH dan kadar warna pada nira. Nira mentah kemudian dipanaskan pada suhu 100°C dan ditambahkan *flocculant*, untuk melepaskan gas sisa reaksi yang ikut terlarut agar tidak mengganggu proses selanjutnya. Nira yang masih kotor akan dialirkan dalam *Vaccum Filter* untuk disaring dan diproses kembali bersama nira mentah. Sedangkan blotong (sisa ampas) akan digunakan sebagai pupuk organik.

Nira jernih hasil proses dari St. Pemurnian selanjutnya dipanaskan pada suhu 105°C sebelum memasuki *evaporator* di Stasiun Penguapan. Nira jernih yang diuapkan dalam mesin *evaporator* ditambah dengan air injeksi, untuk memaksimalkan

penguapan hingga kadar air yang tersisa maksimal 10%. Hasil dari proses penguapan berupa nira kental dengan tingkat kekentalan 60-65%.

Stasiun Masakan adalah stasiun yang bertanggung jawab untuk proses kristalisasi dari nira kental hasil St. Penguapan. Proses kristalisasi yang dilakukan di St. Masakan dilakukan dengan dua tingkat yaitu Pan A dan Pan D.

a. Pan A

Untuk menghasilkan gula SHS (*Superior High Sugar*), nira kental dicampur dengan gula leburan dan dimasak. Hasil masakan didiamkan selama ± 1 jam dalam palung pendingin untuk proses pengkristalan. Gula SHS akan dimasukkan dalam gudang, sedangkan gula yang tidak sesuai standar akan kembali diolah. Gula SHS memiliki standar ukuran kristal 0.8 sampai dengan 1.2 mm.

b. Pan D

Hasil dari Pan A yang tidak sesuai standar akan diolah pada Pan D, dengan hasil gula DI dan tetes. Gula DI akan diproses hingga menjadi DII yang selanjutnya akan digunakan sebagai bibit masakan Pan A. Sedangkan tetes akan ditampung pada bak penampungan.

Hasil dari St. Masakan selanjutnya akan diproses pada Stasiun Puteran. Proses yang dilakukan dalam St. Puteran adalah memisahkan kristal dengan *mollases* (tetes tebu yang masih memiliki kandungan sukrosa 30-35%). *Mollases* selanjutnya akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan alkohol di Pabrik Spritus. Tahapan terakhir proses produksi gula kristal yaitu memasuki Stasiun Penyelesaian. Tujuan dari proses pada St. Penyelesaian adalah menghasilkan gula dengan tingkat kekeringan sesuai standar, dan bebas cemaran. Proses pertama dari St. Penyelesaian adalah proses pencucian, dengan memasukan gula

pada mesin putaran dan disemprot menggunakan air panas. Selanjutnya gula dikeringkan dengan cara, gula dialirkan pada pipa dan disaring. Proses penyaringan dibantu dengan udara bersuhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ untuk menguapkan sisa air yang ada di sela-sela kristal. Gula yang memenuhi standar akan melewati saringan dan menuju bak penampungan lalu dikemas. Sedangkan gula yang terlalu halus atau terlalu besar akan kembali diolah di St. Masakan.

4. *Output*

Hasil akhir (*output*) dari proses produksi yang dilakukan di PT Madubaru terbagi menjadi

- 1) Produk utama berupa gula kristal, dan alkohol.
- 2) *By-product* berupa batako, dan pupuk organik.

5. *Customer*

Komponen terakhir yang didefinisikan dari diagram SIPOC adalah *Customer*. Sebagai satu-satunya produsen penyedia gula kristal di Daerah Istimewa Yogyakarta *customer* PT Madubaru hampir mencakup seluruh wilayah Jawa Barat.

4.1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi terhadap permasalahan dilakukan dengan mendefinisikan beberapa CTQ atau keinginan pelanggan yang harus dipenuhi oleh PT Madubaru. Melalui CTQ dapat diukur spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan, karena CTQ diterjemahkan dari pernyataan pelanggan untuk dijadikan suatu tindakan dalam menetapkan standar, dan upaya meningkatkan kualitas. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk gula kristal putih, PT Madubaru menetapkan CTQ atau standar penerimaan hasil pada produk gula kristal berupa warna, ukuran kristal (Besar Jenis Butir), tingkat kekeringan, dan cemaran. Parameter nilai kemurnian gula kristal menurut SNI mengacu pada ICUMSA (*International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis*), yang merupakan zat warna dalam

butiran gula. Semakin kecil nilai ICUMSA, maka warna gula kristal semakin putih. Berat Jenis Butir (BJB) gula kristal dinyatakan dalam mm (milimeter), dengan ukuran 0,8 sampai 1,2 mm. Semakin tinggi keseragaman ukuran gula kristal maka kualitasnya semakin baik. Tingkat kekeringan gula kristal yang memenuhi standar memiliki kandungan air tidak lebih dari 0,1%. Sedangkan cemaran pada gula kristal, berarti kotoran yang tercampur dalam hasil akhir gula kristal. Cemaran pada gula kristal biasa terjadi pada awal musim giling, karena kondisi pipa yang kotor karena sudah lama tidak beroperasi.

Definisi CTQ gula kristal selanjutnya akan dijadikan sebagai dasar dalam menentukan jenis *defect* pada tahap analisis kegagalan.

4.2 Analisis Kegagalan

Analisis kegagalan bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab, hingga efek yang ditimbulkan terhadap *output* produksi. Selain penyebab terjadinya *defect*, tahap analisis kegagalan juga akan dilakukan pengukuran kinerja proses produksi, untuk mengetahui kemampuan proses dalam memenuhi standar yang telah ditetapkan.

4.2.1 Jenis *defect*

Berdasarkan standar yang ditetapkan manajemen, produk yang tidak memenuhi standar ditunjukkan dengan beberapa *defect*. Adapun *defect* yang ditemukan pada produk gula kristal di PT Madubaru Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jenis Defect Gula Kristal

No	Karakteristik	Keterangan
1.	Gula basah	Kandungan kadar air yang melebihi standar atau > 0,1%.
2.	Warna terlalu pekat	Gula kristal memiliki bilangan ICUMSA (parameter nilai kemurnian warna gula) lebih dari 400, sehingga warna gula kristal cenderung menjadi coklat.
3.	Ukuran Kristal	Gula kristal yang memiliki ukuran kurang dari 0,8 mm sering disebut debuan, dan gula kristal yang melebihi ukuran 1,2 mm biasa disebut krikilan.

Sumber : PT Madubaru (2022)

4.2.2 Pengukuran Kapabilitas Proses

Fungsi pengukuran kapabilitas proses adalah untuk mengetahui kemampuan proses dalam memenuhi batas spesifikasi untuk memenuhi CTQ yang telah ditentukan. Kapabilitas proses produksi di PT Madubaru dapat dilihat dari persentase *defect* dari produk gula kristal. Presentase *defect* yang ditemukan pada gula kristal di PT Madubaru periode musim giling Mei hingga Juni 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persentase Defect Gula Kristal

No.	Jumlah Produksi (Ku)	Jumlah Defect Keseluruhan (Ku)	Persentase Defect (%)
1.	1.352	330	24,41
2.	3.858	110	2,85
3.	4.306	50	1,16
4.	4.664	50	1,07
5.	4.405	15	0,34
6.	4.223	100	2,37
7.	3.848	5	0,13
8.	3.732	77	2,06
9.	2.722	27	0,99
10.	2.679	12	0,45
11.	2.964	162	5,47
12.	3.418	100	2,93
13.	3.382	100	2,96
14.	2.955	25	0,85
15.	4.153	29	0,70
16.	3.169	62	1,96
17.	3.239	62	1,91
18.	3.700	417	11,27
19.	3.570	39	1,09
20.	3.117	12	0,38
21.	3.000	10	0,33
22.	3.535	47	1,33
23.	3.509	200	5,70
24.	3.719	160	4,30
25.	3.484	51	1,46
26.	3.582	20	0,56
27.	3.688	56	1,52
28.	3.464	203	5,86
Σ	97.437	2.531	86,41

Sumber : Data diolah (2022).

Pada Tabel 4.3 dapat diketahui persentase *defect* pada gula kristal dengan nilai paling tinggi sebesar 24,41% dengan jumlah *defect* mencapai 330 Kuintal, dan persentase terendah dengan nilai 0,13%. Nilai persentase yang naik turun menunjukkan jika kemampuan proses dalam memenuhi batas spesifikasi dari CTQ belum konsisten. Oleh karena itu, dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui apakah efek dari kegagalan masih dalam batas kendali atau tidak dengan mengukur stabilitas proses.

4.2.3 Pengukuran Stabilitas Proses

Pengukuran stabilitas proses bertujuan untuk mengetahui tingkat kestabilan proses produksi dalam memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengukuran stabilitas proses dilakukan dengan menghitung nilai proporsi, *Upper Control Limit* (UCL), *Lower Control Limit* (LCL), dan *Center Line* (CL), dari hasil produksi gula kristal PT Madubaru selama periode satu bulan terakhir. Perhitungan proporsi atau persentase *defect* dapat digunakan persamaan 5.1.

$$P = \frac{x}{n} \quad (5.1)$$

Keterangan :

- P = Proporsi *defect* tiap sampel
- X = Banyak produk *defect* tiap sampel
- N = Banyaknya sampel

Batas kendali CL, UCL, LCL pada *control chart* dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum x}{\sum n} \quad (5.2)$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (5.3)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (5.4)$$

Lower Control Limit atau Batas Kendali Bawah untuk *control chart* tidak boleh bernilai negatif ($LCL \geq 0$). Jika perhitungan LCL bernilai negatif

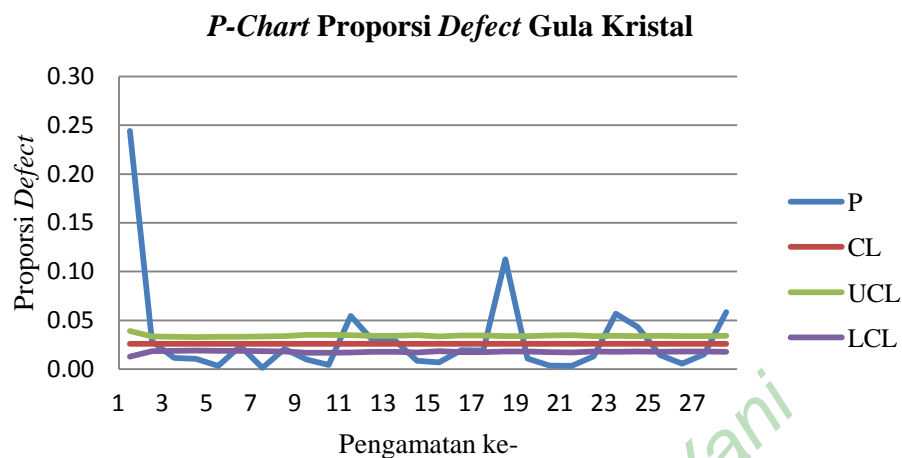
maka ditetapkan sama dengan nol (0) (Wahyuni *et al.*, 2015). Berikut rekapitulasi hasil perhitungan pengukuran stabilitas proses produksi gula kristal di PT Madubaru pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan P, CL, UCL, dan LCL

No.	Jumlah Produk (Ku)	Jumlah <i>Defect</i> Keseluruhan (Ku)	Proporsi	CL	UCL	LCL
1.	1.352	330	0,2441	0,026	0,0390	0,0130
2.	3.858	110	0,0285	0,026	0,0337	0,0183
3.	4.306	50	0,0116	0,026	0,0333	0,0187
4.	4.664	50	0,0107	0,026	0,0330	0,0190
5.	4.405	15	0,0034	0,026	0,0332	0,0188
6.	4.223	100	0,0237	0,026	0,0333	0,0187
7.	3.848	5	0,0013	0,026	0,0337	0,0183
8.	3.732	77	0,0206	0,026	0,0338	0,0182
9.	2.722	27	0,0099	0,026	0,0352	0,0168
10.	2.679	12	0,0045	0,026	0,0352	0,0168
11.	2.964	162	0,0547	0,026	0,0348	0,0172
12.	3.418	100	0,0293	0,026	0,0342	0,0178
13.	3.382	100	0,0296	0,026	0,0342	0,0178
14.	2.955	25	0,0085	0,026	0,0348	0,0172
15.	4.153	29	0,0070	0,026	0,0334	0,0186
16.	3.169	62	0,0196	0,026	0,0345	0,0175
17.	3.239	62	0,0191	0,026	0,0344	0,0176
18.	3.700	417	0,1127	0,026	0,0338	0,0182
19.	3.570	39	0,0109	0,026	0,0340	0,0180
20.	3.117	12	0,0038	0,026	0,0346	0,0174
21.	3.000	10	0,0033	0,026	0,0347	0,0173
22.	3.535	47	0,0133	0,026	0,0340	0,0180
23.	3.509	200	0,0570	0,026	0,0341	0,0179
24.	3.719	160	0,0430	0,026	0,0338	0,0182
25.	3.484	51	0,0146	0,026	0,0341	0,0179
26.	3.582	20	0,0056	0,026	0,0340	0,0180
27.	3.688	56	0,0152	0,026	0,0339	0,0181
28.	3.464	203	0,0586	0,026	0,0341	0,0179

Sumber : Data diolah (2022).

Nilai dari perhitungan stabilitas proses selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk *control chart*, untuk memonitor variasi dari proses secara berkelanjutan. *Control chart* juga mempermudah untuk melihat plot dari persentase *defect* pada gula kristal Gambar 4.4.



Gambar 4.3 P-Chart Proporsi Defect Gula Kristal

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat masih banyak data proporsi *defect* yang melewati batas kendali, hal ini menunjukkan perlu dilakukan perbaikan pada kestabilan proses. Untuk melakukan pengendalian terhadap kestabilan proses, maka perlu dilakukan analisis terhadap penyebab terjadinya *defect* pada gula kristal. Sehingga dapat dilakukan perbaikan pada proses melalui eliminasi pada elemen penyebab terjadinya *defect*.

4.3 Analisis Penyebab Defect

Tahap analisis penyebab terjadinya *defect* akan menguraikan *special causes variation* (variasi penyebab khusus) dari proses produksi gula kristal. Proses analisis didukung oleh *tools* dari *Root Cause Analysis*, yaitu *5 Why* dan *fishbone diagram*.

Hasil identifikasi CTQ yang dilakukan pada tahap pendefinisian proses, ditemukan tiga CTQ potensial yang menjadi penyebab produk tidak memenuhi standar. Ketiga CTQ tersebut adalah gula basah, ukuran, dan warna dari gula kristal. Berdasarkan observasi dan wawancara bersama beberapa pihak produksi dan QC, diperoleh informasi terkait penyebab *defect* pada gula kristal yang selanjutnya akan dianalisis.

4.3.1 Analisis 5 Why

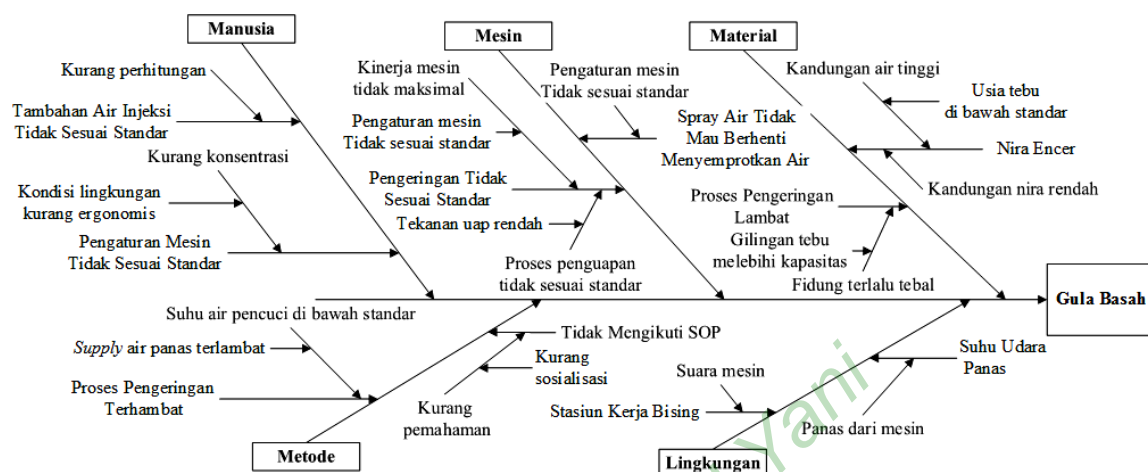
Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *defect*, sebelum merumuskan usulan perbaikan. Penelusuran terhadap akar penyebab terjadinya *defect* dilakukan dengan observasi, dan *brainstorming* bersama pihak QC, Produksi, serta Pengolahan. Sebelum dilakukan analisis terhadap proses penyebab terjadinya *defect*, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap faktor yang berpengaruh. Analisis terhadap faktor penyebab dilakukan dengan menggunakan *tools 5 Why* Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisis 5 Why

5 Why	Why	Alasan	Penyebab
Why 1	Mengapa terdapat produk <i>defect</i> ?	Karena mesin tidak beroperasi secara maksimal	Mesin
Why 2	Mengapa mesin tidak beroperasi secara maksima?	Karena ada kesalahan pengaturan, dan penambahan bahan baku	Manusia, dan Material (Bahan baku)
Why 3	Mengapa terjadi kesalahan?	Karena operator tidak menerapkan SOP	Metode
Why 4	Mengapa tidak menerapkan SOP?	Karena kurangnya sosialisasi, dan kondisi lingkungan yang kurang nyaman	Manusia, dan Lingkungan
Why 5	Mengapa kurang sosialisasi?	Karena kurangnya rasa tanggung jawab dari <i>stakeholder</i>	Manusia

Berdasarkan analisis 5 *Why*, sumber penyebab terjadinya *defect* pada produk gula kristal dikategorikan dari 5 faktor yaitu, manusia (*man*), material, metode (*methode*), alat (*machine*), dan lingkungan (*environment*). *Tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah berdasarkan kelima faktor tersebut adalah diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Analisis akar penyebab terjadinya *defect* pada gula kristal menggunakan *fishbone diagram* Gambar 4.4, Gambar 4.5, dan Gambar 4.6.

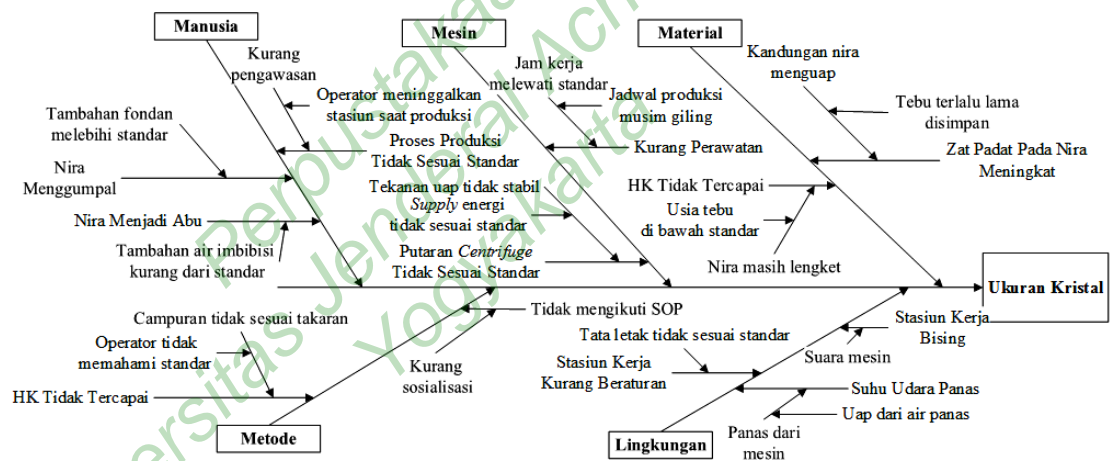
4.3.2 Analisis Fishbone Diagram



Gambar 4.4 Fishbone Jenis Defect Gula Basah

Gambar 4.4 menunjukkan penyebab *defect* pada gula kristal yang ditinjau dari faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Penyebab *defect* dari faktor manusia disebabkan oleh kurangnya ketelitian operator yang mengakibatkan penambahan air injeksi melebihi standar, sehingga tingkat kekeringan gula kristal tidak sesuai standar. Selain dari penambahan bahan pembantu, pengaturan mesin yang kurang tepat juga mengakibatkan mesin tidak beroperasi secara maksimal saat proses penguapan. Penyebab gula basah dari faktor mesin terjadi saat proses pemisahan kristal dan *mollases*, kecepatan putaran mesin *centrifuge* yang berada di bawah standar, serta spray air saat proses pencucian yang tidak mau berhenti menyemprotkan air mengakibatkan gula kristal menjadi lembab. Faktor material yang menyebabkan terjadinya *defect* diakibatkan dari usia tebu yang masih di bawah standar, sehingga kandungannya airnya tinggi dan nira menjadi encer. Saat proses pengolahan penambahan fidung atau bahan masakan yang terlalu banyak juga dapat menghambat proses pengeringan. Penyebab *defect* dari faktor metode diakibatkan dari suhu air pencuci yang masih di bawah standar, sehingga sisa air yang melekat di sela-sela kristal tidak menguap tapi ikut terbawa dalam bak penampung. Faktor terakhir penyebab *defect* pada gula kristal ditinjau dari faktor

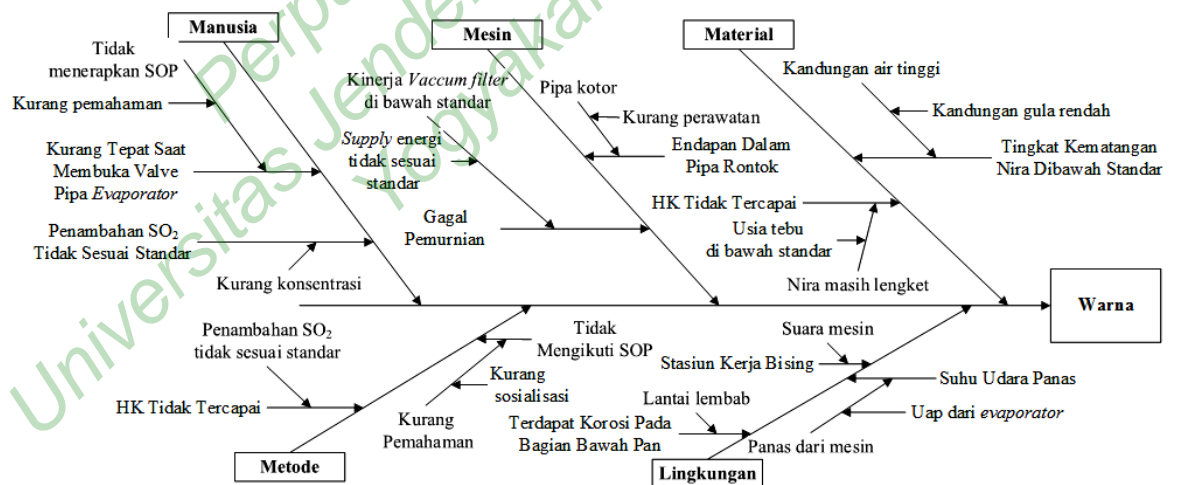
lingkungan, kondisi stasiun kerja yang penuh dengan mesin menjadikan lingkungan menjadi bising karena suara mesin, dan uap dari mesin mengakibatkan suhu lingkungan juga menjadi panas. Faktor lingkungan tidak berpengaruh secara langsung terhadap terjadinya *defect* pada gula kristal, akan tetapi faktor lingkungan mempengaruhi kinerja operator selama proses produksi. Kondisi lingkungan yang kurang ergonomis menjadikan operator mengalami penurunan konsentrasi dan sering mengakibatkan kesalahan yang berdampak pada gula kristal. Suhu udara yang panas mengakibatkan operator terganggu, dan tidak bekerja secara maksimal. Suara bising dari mesin dapat mengganggu koordinasi operator dalam menjalankan proses produksi. Komunikasi yang terganggu menjadikan operator melakukan kesalahan selama proses.



Gambar 4.5 Fishbone Jenis Defect Ukuran Kristal

Analisis *fishbone* pada jenis *defect* pada ukuran kristal yang ditunjukkan Gambar 4.5 juga ditinjau dari faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Faktor manusia yang mempengaruhi ukuran kristal adalah proses produksi yang tidak sesuai standar, karena operator sering meninggalkan stasiun kerja saat sedang proses produksi. Selain itu, kurang konsentrasi saat bekerja juga mempengaruhi kinerja operator pada proses penambahan bahan pembantu saat pengolahan nira. Faktor selanjutnya adalah mesin. Periode musim giling selama kurun waktu 6 bulan menjadikan mesin bekerja secara terus-menerus,

dan mesin kurang perawatan sehingga kinerja mesin mengalami penurunan. Faktor mesin yang sering mengakibatkan ukuran kristal tidak memenuhi standar diantaranya kecepatan putaran mesin *centrifuge* dibawah standar, sehingga tidak mampu memisahkan sisa air di sela-sela kristal secara maksimal. Ditinjau dari faktor material, penyebab *defect* jenis ukuran kristal gula terjadi karena Harkat Kemurnian (HK) yang tidak tercapai. Penyebab HK tidak tercapai dipengaruhi oleh usia tebu masih dibawah standar, dan kondisi tebu yang terlalu lama mengantri untuk diproses. Tebu yang terlalu lama disimpan menjadikan kadar zat padat yang terkandung dalam tebu meningkat, sehingga menghambat proses kristalisasi. Prosedur pengolahan yang tidak sesuai SOP menjadikan HK pada gula kristal tidak tercapai, hal ini merupakan jenis kegagalan yang ditinjau dari faktor metode. Faktor lingkungan yang menjadi penyebab ukuran kristal tidak sesuai standar juga dipengaruhi oleh kondisi stasiun kerja.



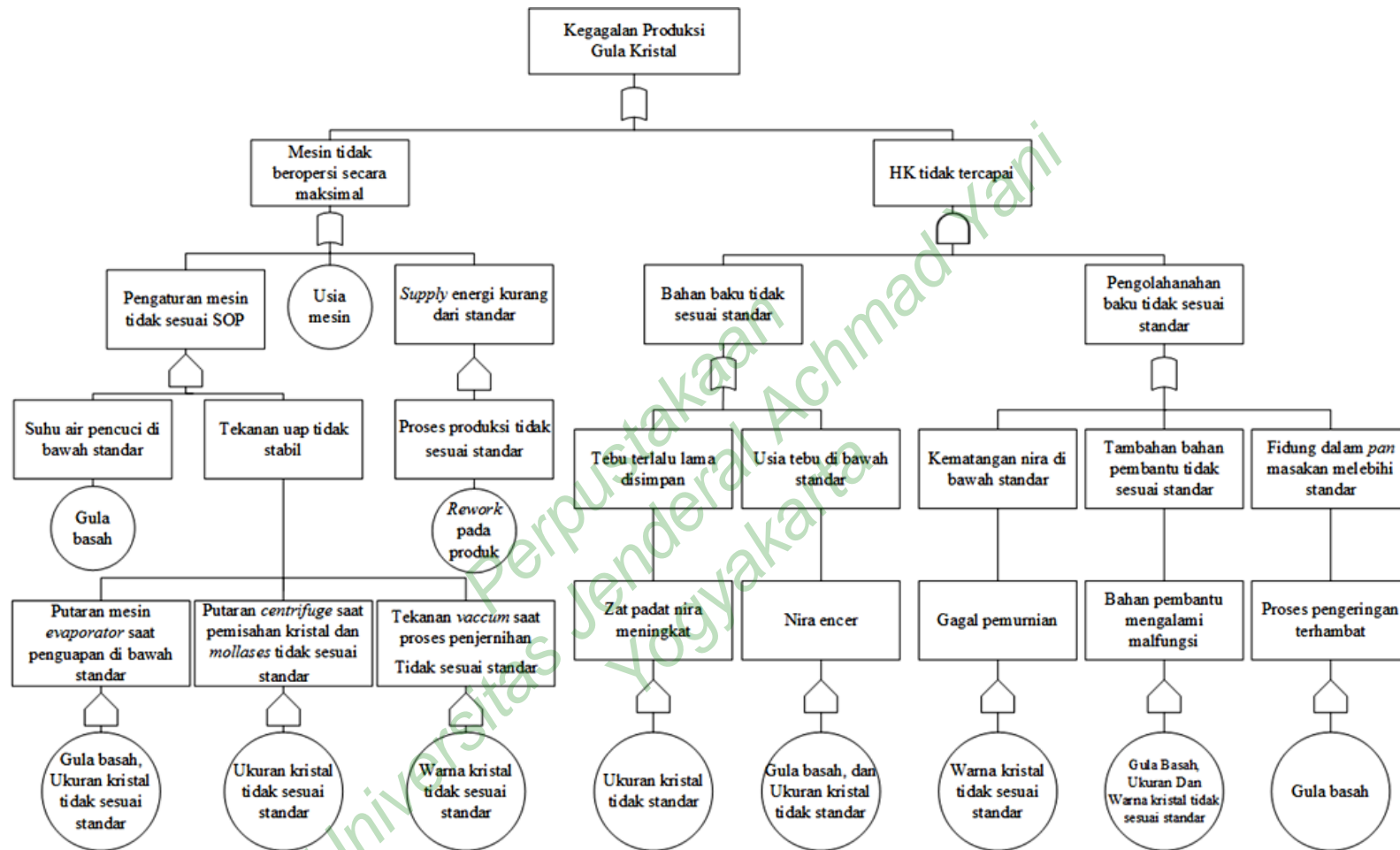
Gambar 4.6 Fishbone Jenis Defect Warna

Hasil analisis *fishbone* pada Gambar 4.6 didapatkan penyebab jenis *defect* yang mempengaruhi warna gula kristal. Faktor manusia yang menjadi penyebab terjadinya *defect* adalah kelalaian operator saat membuka valve pipa *evaporator*, sehingga proses penguapan menjadi terlalu lama dan menjadikan warna gula kristal semakin pekat. Penambahan belerang (SO_2) yang tidak sesuai takaran juga

mengakibatkan kinerja dari bahan pembantu tidak sesuai fungsinya. Penyebab terjadinya *defect* dari faktor mesin terjadi karena mesin yang kurang perawatan, sehingga kondisi mesin menjadi kotor. Sisa kotoran yang menempel pada dinding mesin terkadang rontok, dan tercampur dengan gula kristal yang masih diolah. Kondisi mesin yang kurang perawatan juga mengakibatkan kinerja mesin menjadi menurun, dan berakibat pada warna gula kristal karena gagal pemurnian. Faktor metode yang menjadi penyebab *defect* terjadi karena proses produksi yang tidak mengikuti SOP. Proses produksi tidak menerapkan SOP terjadi akibat dari operator yang kurang pehamana karena kurangnya sosialisasi. Selain dari suhu udara dan tingkat kebisingan, faktor lingkungan yang mempengaruhi terjadinya *defect* pada warna gula kristal adalah adanya korosi pada bagian bawah pan. Korosi pada peralatan produksi biasanya diakibatkan dari kondisi lantai yang lembab.

4.3.3 Analisis FTA

Penyebab *defect* gula kristal dari analisis *fishbone diagram*, selanjutnya disubtitusikan berdasarkan karakteristik penyebabnya menggunakan *Failure Tree Analysis* (FTA). Melalui FTA akan digambarkan hubungan *feedback* yang logis dari beberapa kejadian dalam bentuk model *fault tree*. Analisis FTA terdiri dari kejadian yang ingin dianalisis (*top event fault*), kejadian yang mempengaruhi *top event fault* (*intermediate event fault*), hingga kejadian paling dasar (*basic event fault*) yang tidak bisa dijabarkan lagi.



Gambar 4.7 Analisis FTA

Analisis FTA Gambar 4.7 mengelompokan penyebab terjadinya *defect* pada gula kristal di PT Madubaru berdasarkan mesin dan bahan baku. Pemilihan mesin dan Harkat Kemurnian (HK) menjadi *intermediate event fault* karena kedua faktor tersebut berhubungan dengan faktor manusia, metode, material, dan lingkungan. Mesin yang tidak beroperasi secara maksimal dapat terjadi karena pengaturan mesin yang tidak sesuai SOP, akibat dari kegagalan proses yang dilakukan oleh operator yang tidak memahami metode dengan baik. Sedangkan HK tidak tercapai disebabkan oleh kondisi bahan baku, dan proses pengolahan yang tidak sesuai standar. Bahan baku tidak standar terjadi karena belum adanya metode dalam pengecekan bahan baku, selain itu kondisi eksternal lingkungan seperti cuaca juga mempengaruhi pertumbuhan tebu dan berdampak pada kualitas bahan baku.

Mesin yang tidak beroperasi secara maksimal dapat terjadi karena pengaturan mesin yang tidak sesuai SOP, *supply* energi yang tidak sesuai standar, atau karena usia mesin. Pengaturan mesin yang tidak sesuai SOP berpotensi mengakibatkan tekanan uap pada mesin tidak stabil, dan proses pencucian gula kristal tidak sesuai standar. Kegagalan yang berpotensi muncul akibat dari tekanan uap yang tidak stabil yaitu, putaran mesin *evaporator* dan *centrifuge*, serta tekanan vakum pada proses penjernihan tidak sesuai standar. Putaran mesin *evaporator* dan *centrifuge* yang tidak sesuai standar berpotensi mengakibatkan tingkat kekeringan dan ukuran kristal tidak sesuai standar. Sedangkan tekanan vakum saat proses penjernihan yang tidak sesuai standar berpotensi mengakibatkan *defect* jenis warna kristal. Proses pencucian gula kristal yang mengakibatkan gula basah terjadi karena spray air yang tidak mau berhenti menyemprotkan air saat proses pencucian. Mesin yang tidak beroperasi secara maksimal juga dipengaruhi oleh *supply* energi yang tidak memenuhi standar, hal ini mengakibatkan terganggunya proses produksi dan berpotensi mengakibatkan *rework* pada produk.

HK (Harkat Kemurnian) merupakan analisis dari tingkat kemurnian nira. Jika HK tidak tercapai, dapat berakibat pada *output* yang tidak memenuhi standar. Penyebab dari HK tidak tercapai adalah kondisi bahan baku, dan proses pengolahan yang tidak sesuai standar. Kondisi bahan baku tidak sesuai standar dapat terjadi karena usia tebu yang masih dibawah standar, atau tebu yang terlalu lama disimpan. Sedangkan pengolahan yang tidak sesuai standar dapat terjadi karena kematangan nira, tambahan bahan baku, dan bahan masakan yang yang tidak sesuai standar. HK yang tidak tercapai berpotensi menyebabkan gula basah, serta ukuran dan warna kristal tidak sesuai standar.

4.4 Usulan Perbaikan

Hasil analisis terhadap penyebab terjadinya *defect* pada tahap analisis, selanjutnya dijadikan acuan untuk merancang usulan perbaikan. Tahap ini merupakan tahap dimana aktivitas atau element penyebab terjadinya *defect* akan dikurangi atau dieliminasi. Usulan perbaikan diberikan berdasarkan analisis FMEA dari jenis dan faktor penyebab *defect*.

4.4.1 Analisis FMEA

Analisis FMEA merupakan hasil dari wawancara dan *brainstorming* dengan pihak produksi di Stasiun Pabrik Belakang, dan Kepala QC gula kristal di PT Madubaru. Penyusunan FMEA menggunakan data *primary cause* (penyebab utama) dari *fishbone diagram*, dan FTA. Analisis FMEA berisi beberapa penjelasan lokasi terjadinya kegagalan proses, jenis kegagalan (*failure mode*), penyebab kegagalan (*cause of failure*), akibat yang ditimbulkan dari kegagalan (*potential effect of failure mode*), dan proses kendali yang dilakukan perusahaan saat ini (*current process control*). Selain penjelasan tersebut, analisis FMEA terdapat nilai RPN untuk melihat urutan penyebab terjadinya *defect* paling potensial.

Hasil pengembangan analisis akar penyebab terjadinya *defect* pada *fishbone diagram* dan FTA Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Analisis FMEA

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	<i>Failure Cause</i>	O	<i>Control</i>	D	RPN
Gula basah	Rework pada produk	2,7	Pengaturan suhu pada mesin tidak sesuai standar.	4,9	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	3,3	43,7
			Tekanan uap tidak stabil.	4,6			41,0
	Gula kristal lembab Kadar air pada gula kristal >0,1%	4,6	Penambahan air injeksi melebihi standar.	3,9	Hasil produk diolah kembali bersama bahan masakan baru.	3,0	53,8
			Putaran mesin <i>evaporator</i> saat penguapan dibawah standar.	5,3			73,1
		4,6	Spray air pencuci tidak mau berhenti menyemprotkan air.	2,9	Pengecekan <i>supply</i> air panas sebelum proses produksi.	3,6	48,0
			Suhu air pencuci dibawah standar.	3,4			56,3
			Putaran mesin <i>evaporator</i> saat penguapan dibawah standar.	5,3			87,8
		HK tidak tercapai	5,4	Usia tebu dibawah standar.	5,2	Proses penggilingan tebu dihentikan sementara untuk mengurangi beban bahan masakan.	4,1
	Fidung dalam <i>pan</i> masakan melebihi standar.			2,8	62,0		
	Ukuran kristal	Gula abu memiliki ukuran < 0,8 mm Krikilan, kristal memiliki ukuran >1,2 mm	4,3	Bahan masakan kurang dari standar.	3,9	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	3,2
Penambahan fondan (bibit kristal), dan air imbibisi tidak sesuai standar.				3,6	49,5		

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	<i>Failure Cause</i>	O	<i>Control</i>	D	RPN
	Rework pada produk	2,6	Putaran mesin <i>centrifuge</i> dan <i>vaccum</i> saat proses pemisahan kristal dan <i>mollases</i> tidak sesuai standar.	4,1	Menjalankan proses produksi, bersamaan dengan pengecekan mesin.	4,2	44,8
					Mengurangi bahan masakan untuk mengurangi beban pada mesin.	4,3	45,8
	HK tidak tercapai	5,4	Usia tebu dibawah standar.	5,0	Hasil produk diolah kembali bersama bahan masakan baru.	2,7	72,9
			Tebu terlalu lama disimpan.	3,6			52,5
Warna	Gula kristal gagal pemurnian	3,9	Tekanan pada <i>vaccum filter</i> dibawah standar.	3,9	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	3,4	51,7
			Tekanan pada <i>vaccum filter</i> dibawah standar.	4,4			58,3
	ICUMSA gula kristal >400, sehingga warna gula cenderung menjadi coklat.	4,8	Valve pipa <i>evaporator</i> dibuka pada waktu yang tidak tepat.	3,9	Kegiatan produksi dihentikan sementara, untuk pengecekan mesin.	4,1	76,7
			Pipa kotor.	5,2	Menyediakan suku cadangan.	2,9	54,3
	Rework pada produk	2,7	Tingkat kematangan nira dibawah standar.	3,2	Hasil produk diolah kembali. bersama bahan masakan baru.	4,1	35,4
			Usia tebu dibawah standar.	4,8			53,1
			Korosi pada <i>pan</i> karena lantai lembab.	5,6			62,0

Dari Tabel 4.2 diketahui jenis *defect* yang ditemukan pada gula kristal di PT Madubaru terdapat tiga jenis, gula basah, ukuran kristal, dan warna. Berdasarkan hasil observasi, dan *brainstorming* dengan Kepala Bagian Produksi, Teknisi dan Operator diperoleh nilai *severity*, *occurance* dan *detection*. *Severity* merupakan tingkat keparahan dari efek kegagalan, *occurance* frekuensi terjadinya penyebab kegagalan, dan *detection* untuk nilai kendali yang dilakukan perusahaan saat ini. Nilai dari *severity*, *occurance* dan *detection* selanjutnya dihitung dengan cara dikalikan untuk menghasilkan nilai RPN. *Ranking* nilai RPN dari analisis FMEA digunakan sebagai acuan untuk menentukan prioritas usulan perbaikan dari penyebab terjadinya *defect*. Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah nilai RPN tertinggi 580,8 pada jenis *defect* gula basah. Gula basah memiliki jumlah nilai keparahan (*severity*) dari efek yang ditimbulkan kegagalan sebesar 12,7. Frekuensi terjadinya penyebab kegagalan (*occurance*) yang mengakibatkan gula basah memiliki jumlah nilai RPN 33. Sedangkan *detection* pada proses kendali yang dilakukan perusahaan saat ini memiliki jumlah nilai RPN 14. Jenis *defect* yang paling sering terjadi selanjutnya adalah warna gula kristal yang tidak sesuai standar. Jenis *defect* warna pada gula kristal memiliki jumlah nilai RPN 556,2. Tingkat keparahan dari efek yang ditimbulkan oleh kegagalan memiliki jumlah nilai RPN 11,4. RPN dari frekuensi terjadinya penyebab warna gula kristal tidak sesuai standar memiliki jumlah nilai 31, dan proses kendali yang dilakukan oleh perusahaan memiliki jumlah nilai RPN 14,5. Pada jenis *defect* ukuran gula kristal diperoleh jumlah nilai RPN 319,2, dengan jumlah nilai RPN pada *severity* 12,3, *occurance* 20,2 dan *detection* 14,4.

Tabel 4.7 merupakan rekapitulasi dari *ranking* RPN berdasarkan jenis *defect*nya. Jumlah nilai RPN diperoleh dari penjumlahan hasil kali dari ketiga kriteria pada analisis FMEA.

Tabel 4.7 Ranking RPN

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Control</i>	S	O	D	RPN	Rank	
Gula basah	HK tidak tercapai	Usia tebu dibawah standar.	Proses penggilingan tebu dihentikan sementara untuk mengurangi beban bahan masakan.	5,4	5,2	4,1	115,1	1	
	Gula kristal lembab Kadar air >0,1%	Putaran mesin <i>evaporator</i> saat penguapan dibawah standar.	Pengecekan <i>supply</i> air panas sebelum proses produksi.	4,6	5,3	3,6	87,8	2	
			Hasil produk diolah kembali.	4,6	5,3	3,0	73,1	3	
	HK tidak tercapai	Fidung dalam <i>pan</i> masakan melebihi standar.	Proses penggilingan tebu dihentikan sementara untuk mengurangi beban bahan masakan.	5,4	2,8	4,1	62,0	4	
	Gula kristal lembab Kadar air >0,1%	Suhu air pencuci dibawah standar.	Pengecekan <i>supply</i> air panas sebelum proses produksi.	4,6	3,4	3,6	56,3	5	
			Penambahan air injeksi melebihi standar.	Hasil produk diolah kembali bersama bahan masakan baru.	4,6	3,9	3,0	53,8	6
			Spray air pencuci tidak mau berhenti menyemprotkan air.	Pengecekan <i>supply</i> air panas sebelum proses produksi.	4,6	2,9	3,6	48,0	7
	Rework pada produk	Pengaturan suhu pada mesin tidak sesuai standar.	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	2,7	4,9	3,3	43,7	8	
				Tekanan uap tidak stabil.	2,7	4,6	3,3	41,0	9
	Σ							580,8	
Warna	ICUMSA gula kristal >400, sehingga warna kristal cenderung menjadi coklat.	Pipa kotor.	Kegiatan produksi dihentikan sementara, untuk pengecekan mesin.	4,8	5,2	4,1	102,3	1	
		Valve pipa <i>evaporator</i> dibuka pada waktu yang tidak tepat.		4,8	3,9	4,1	76,7	2	
		Pipa kotor.	Menyediakan suku cadangan.	4,8	5,2	2,9	72,4	3	

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Control</i>	S	O	D	RPN	Rank
	<i>Rework</i> pada produk	Korosi pada <i>pan</i> karena lantai lembab.	Kegiatan produksi dihentikan sementara, untuk pengecekan mesin.	2,7	5,6	4,1	62,0	4
	Gula kristal gagal pemurnian	Tekanan pada <i>vaccum filter</i> dibawah standar.	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	3,9	4,4	3,4	58,3	5
	ICUMSA gula kristal >400, sehingga warna kristal cenderung menjadi coklat.	Valve pipa <i>evaporator</i> dibuka pada waktu yang tidak tepat.	Menyediakan suku cadangan.	4,8	3,9	2,9	54,3	6
	<i>Rework</i> pada produk	Usia tebu dibawah standar.	Hasil produk diolah kembali. bersama bahan masakan baru.	2,7	4,8	4,1	53,1	7
	Gula kristal gagal pemurnian	Tekanan pada <i>vaccum filter</i> dibawah standar.	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	3,9	3,9	3,4	51,7	8
	<i>Rework</i> pada produk	Tingkat kematangan nira dibawah standar	Hasil produk diolah kembali. bersama bahan masakan baru.	2,7	3,2	4,1	35,4	9
Σ							556,2	
Ukuran kristal	HK tidak tercapai	Usia tebu dibawah standar.	Hasil produk diolah kembali bersama bahan masakan baru.	5,4	5,0	2,7	72,9	1
	Gula abu memiliki ukuran < 0,8 mm Krikilan, kristal berukuran >1,2 mm	Bahan masakan kurang dari standar.	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	4,3	3,9	3,2	53,7	2

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Control</i>	S	O	D	RPN	Rank
	HK tidak tercapai	Tebu terlalu lama disimpan.	Hasil produk diolah kembali bersama bahan masakan baru.	5,4	3,6	2,7	52,5	3
	Gula abu memiliki ukuran < 0,8 mm Krikilan, ukuran kristal >1,2 mm	Penambahan fondan (bibit kristal), dan air imbibisi tidak sesuai standar.	<i>Chemicer</i> melakukan pencatatan kegiatan, dan hasil selama proses produksi disetiap akhir <i>shift</i> untuk evaluasi <i>shift</i> selanjutnya.	4,3	3,6	3,2	49,5	4
	<i>Rework</i> pada produk	Putaran mesin <i>centrifuge</i> dan <i>vaccum</i> saat proses pemisahan kristal dan <i>mollases</i> tidak sesuai standar.	Mengurangi bahan masakan untuk mengurangi beban pada mesin.	2,6	4,1	4,3	45,8	5
			Menjalankan proses produksi, bersamaan dengan pengecekan mesin.	2,6	4,1	4,2	44,8	6
Σ							319,2	

Hasil perhitungan RPN pada Tabel 4.6 diperoleh urutan faktor penyebab kegagalan dari setiap jenis *defect* pada Tabel 4.7.

1. Gula basah

Pada jenis *defect* gula basah urutan potensi penyebab terjadinya disebabkan dari faktor material, mesin, dan metode. Kriteria yang termasuk pada kategori material yaitu bahan baku utama, dan bahan pembantu. Usia tebu yang masih dibawah standar memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 115,1, sebagai penyebab HK tidak tercapai. Kategori mesin yang menjadi urutan kedua dengan nilai RPN 87,8 disebabkan oleh putaran mesin *evaporator* saat proses penguapan dibawah standar, hal ini menyebabkan gula kristal menjadi lembab. Penyebab *defect* dari faktor metode paling potensial dengan nilai RPN 62,0 adalah kondisi suhu air pencuci masih dibawah standar.

2. Warna kristal

Jenis *defect* warna kristal dengan jumlah nilai RPN 556,2 diperoleh dari sembilan kriteria penyebab *defect*. Nilai RPN tertinggi penyebab terjadinya warna kristal tidak sesuai standar dengan nilai 102,3, diakibatkan oleh kondisi pipa yang menjadi transportasi nira saat proses produksi dalam keadaan kotor. Kotoran yang mengendap pada pipa sering rontok dan tercampur dengan bahan masakan, sehingga mengakibatkan warna gula kristal tidak sesuai standar. Urutan kedua dengan nilai RPN 76,7 penyebab *defect* pada warna gula kristal diakibatkan oleh operator yang kurang tepat saat membuka saluran pipa *evaporator*. Faktor lingkungan yang menjadi penyebab *defect* pada warna gula kristal berada diurutan keempat dengan nilai RPN 62,0.

3. Ukuran kristal

Penyebab paling potensial penyebab ukuran kristal tidak sesuai standar disebabkan oleh usia tebu yang masih dibawah standar, dengan nilai RPN 72,9. Diurutan kedua penyebab jenis *defect* ukuran kristal dengan nilai RPN 53,7 terjadi karena bahan

masakan yang kurang dari standar. Selain material dan metode, penyebab ukuran kristal tidak sesuai standar disebabkan oleh mesin. Faktor mesin yang menjadi penyebab paling potensial yaitu, putaran mesin *centrifuge* dan *vaccum* saat proses pemisahan kristal dan *mollases* tidak sesuai standar.

Faktor penyebab *defect* pada ketiga jenis *defect*, selanjutnya digeneralisasi dengan menjumlahkan nilai RPNnya. Sehingga diperoleh urutan faktor penyebab kegagalan paling potensial secara keseluruhan yaitu mesin, manusia, metode, material, dan lingkungan.

4.4.2 Perumusan Usulan Perbaikan

Setelah analisis FMEA, selanjutnya adalah tahap perancangan usulan perbaikan. Tahap perumusan usulan ditujukan untuk meminimalisir penyebab kegagalan yang dapat mengakibatkan *defect*. Upaya mengurangi tingkat kegagalan akan dirumuskan menggunakan metode 5W+1H. Metode 5W+1H merupakan analisis terhadap suatu masalah dengan memuat pertanyaan menggunakan *What, Why, Where, When, Who, + How* (Apa, Mengapa, Dimana, Kapan, Siapa, + Bagaimana). Implementasi 5W+1H membantu dalam proses penyampaian informasi, dan memperjelas alur pengembangan suatu ide. Pertanyaan yang digunakan pada metode ini dapat memberikan jawaban mendasar dari suatu informasi maupun pemecahan masalah. Perumusan usulan perbaikan dengan metode 5W+1H pada Tabel 4.8, merupakan pengembangan dari analisis penyebab *defect*. Pertanyaan dari metode 5W+1H berupa, Apa (*What*) yang menjadi tujuan perbaikan, Mengapa (*Why*) harus dilakukan perbaikan, Dimana (*Where*) perbaikan dilakukan, Kapan (*When*) perbaikan dapat dilakukan, Siapa (*Who*) yang harus melaksanakan perbaikan, dan Bagaimana (*How*) cara melakukan perbaikan. Hasil dari pertanyaan 5W+1H akan mengorganisir suatu rancangan perbaikan dari penyebab *defect*.

Tabel 4.8 Usulan Perbaikan Dengan Rumusan 5W+1H

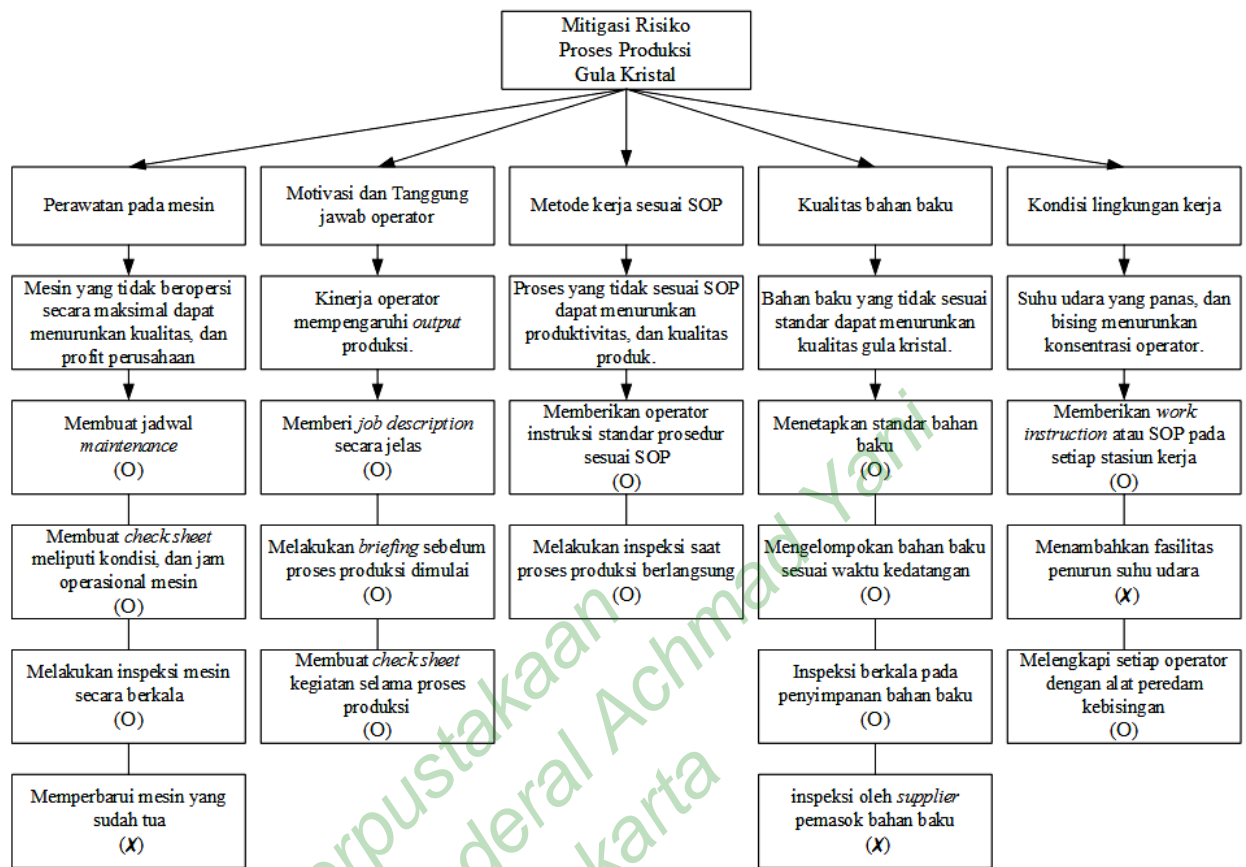
Faktor Penyebab Defect	Penyebab Defect	What	Why	Where	When	Who	How
		Apa yang menjadi tujuan perbaikan	Mengapa harus dilakukan perbaikan	Dimana perbaikan dilakukan	Kapan perbaikan dapat dilakukan	Siapa yang harus melaksanakan perbaikan	Bagaimana cara melakukan perbaikan
Mesin	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kinerja kurang maksimal. 2. Putaran pada mesin <i>evaporator</i> dan <i>centrifuge</i> tidak sesuai standar. 3. Spray air pencuci tidak mau berhenti menyemprotkan air. 4. Tekanan vakum rendah. 5. Pipa kotor. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin <i>evaporator</i> 2. Mesin <i>centrifuge</i> 3. Pompa vakum 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memaksimalkan kinerja mesin. 2. Agar tidak mengganggu proses produksi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin <i>evaporator</i> di St. Penguapan 2. Mesin <i>centrifuge</i> di St. Puteran. 3. Pompa vakum di St. Penguapan dan St. Puteran. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perbaikan dilakukan secara bertahap. 2. Perbaikan harus sudah dilakukan sebelum periode musim giling berlangsung. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Top Management</i>, yang bertanggung jawab terhadap kondisi perusahaan. 2. Kepala Personalia, sebagai penanggung jawab dalam penerimaan tenaga kerja. 3. Kepala Produksi beserta jajarannya, sebagai penanggung jawab dalam manajemen tenaga kerja dan komponen produksi selama proses 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjadwalkan <i>maintenance</i> secara berkala, sesuai dengan jadwal proses produksi. 2. Membuat <i>check sheet</i> terkait mesin yang meliputi jadwal <i>maintenance</i>, komponen yang harus segera diperbaiki, dan jam operasional mesin. 3. Melakukan inspeksi mesin secara berkala. 4. Memperbarui mesin yang sudah tua.
Manusia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kurang teliti 2. Kurang rasa tanggung jawab 	Operator.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memaksimalkan proses produksi. 2. Meningkatkan kinerja 	Operator pada setiap stasiun produksi.		<ol style="list-style-type: none"> 1. Operator harus dalam keadaan yang optimal saat bertugas. 2. Menumbuhkan motivasi dan tanggung jawab tenaga kerja, dengan 	

Faktor Penyebab Defect	Penyebab Defect	What	Why	Where	When	Who	How
		Apa yang menjadi tujuan perbaikan	Mengapa harus dilakukan perbaikan	Dimana perbaikan dilakukan	Kapan perbaikan dapat dilakukan	Siapa yang harus melaksanakan perbaikan	Bagaimana cara melakukan perbaikan
	3. Pengaturan mesin tidak sesuai standar. 4. Penambahan bahan pembantu tidak sesuai standar.		operator, sehingga dapat mengatasi masalah dengan tepat.			produksi berlangsung. 4. Penanggung jawab bagian Produksi dan QC, untuk memastikan pembekalan terkait standar kualitas yang harus dipenuhi.	cara, - Memberi <i>job description</i> secara jelas. - Melakukan <i>briefing</i> sebelum proses produksi dimulai. 3. Membuat <i>check sheet</i> pemberian bahan pembantu saat proses produksi.
Metode	1. Tidak sesuai SOP. 2. Air pencuci kurang panas. 3. Bahan pembantu tidak sesuai standar.	Kepala Bagian, dan Operator.	1. Memaksimalkan proses produksi gula kristal. 2. Sebagai upaya dalam pengendalian kualitas produk. 3. Meningkatkan profit perusahaan	Bagian Pabrikasi, dan seluruh stasiun produksi.	1. Perbaikan dilakukan secara bertahap. 2. Perbaikan harus sudah dilakukan sebelum periode musim giling berlangsung.	5. Seluruh tenaga kerja atau operator yang bertanggung jawab selama proses produksi. 6. Proses perbaikan sepenuhnya didukung oleh <i>Top Management</i> , dan dilaksanakan oleh seluruh	1. Memberikan instruksi terkait standar prosedur yang sesuai pada operator. 2. Melakukan pengecekan pada saat proses produksi berlangsung. 3. <i>Supply</i> air panas lebih awal, sebelum proses produksi dimulai.
Material	1. Usia tebu di bawah	Kepala Bagian,	1. Menjaga kualitas	Penyimpanan bahan baku.	3. Perbaikan dimulai	dilaksanakan oleh seluruh	1. Menetapkan spesifikasi bahan baku gula kristal.

Faktor Penyebab Defect	Penyebab Defect	What	Why	Where	When	Who	How
		Apa yang menjadi tujuan perbaikan	Mengapa harus dilakukan perbaikan	Dimana perbaikan dilakukan	Kapan perbaikan dapat dilakukan	Siapa yang harus melaksanakan perbaikan	Bagaimana cara melakukan perbaikan
	standar. 2. Tebu terlalu lama disimpan. 3. Fidung terlalu tebal. 4. Tingkat kematangan masakan di bawah standar.	Operator, dan <i>Supplier</i> .	produk 2. Meningkatkan hasil produksi.	Lantai produksi, terutama bagian pemasakan nira mentah (St. Penjernihan).	dari penyortiran kondisi bahan baku dari petani tebu.	tenaga kerja atau manajemen bawah dengan penuh tanggung jawab.	2. Mengelompokan bahan baku sesuai waktu kedatangan. 3. Melakukan inspeksi berkala pada penyimpanan bahan baku. 4. Dilakukan inspeksi oleh <i>supplier</i> pemasok bahan baku.
Lingkungan	1. Suhu udara di stasiun panas. 2. Stasiun kerja bising. 3. Kelembapan 4. Tata letak fasilitas.	Kepala Bagian, dan Operator.	1. Meningkatkan kinerja operator. 2. Memaksimalkan hasil produksi.	Setiap stasiun produksi.			1. Memberikan <i>work instruction</i> atau SOP pada setiap stasiun kerja. 2. Menambahkan fasilitas penurun suhu udara. 3. Melengkapi setiap operator dengan alat peredam kebisingan. 4. Memperhatikan tingkat kelembapan, terutama di area sekitar mesin.

Usulan perbaikan menggunakan 5W+1H ditinjau dari faktor penyebab terjadinya *defect*, dan dirumuskan berdasarkan apa yang menjadi tujuan perbaikan, mengapa perbaikan harus dilakukan, dimana perbaikan dilakukan, kapan perbaikan dapat dilakukan, siapa yang harus melaksanakan perbaikan, dan bagaimana cara melakukan perbaikan. Tujuan perbaikan ditujukan pada subjek yang menjadi fokus perbaikan, yang dipilih berdasarkan faktor yang penyebab kegagalan. Alasan dilakukan perbaikan berisi penjelasan hal-hal yang diperoleh dari meminimalisir kegagalan. Dimana ditujukan pada lokasi terjadinya kegagalan. Kapan merujuk pada waktu untuk melaksanakan perbaikan. Siapa ditunjukkan untuk setiap elemen dalam perusahaan yang harus bertanggung jawab, dan melaksanakan perbaikan. Selanjutnya, cara melakukan perbaikan merupakan bagian dari usulan perbaikan yang dirumuskan berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Faktor penyebab kegagalan yang menjadi subjek tujuan perbaikan adalah mesin dan manusia. Alasan harus dilakukan perbaikan yaitu untuk memaksimalkan proses produksi, meningkatkan kinerja operator, meningkatkan kualitas produk dan profit perusahaan. Perbaikan dilakukan pada stasiun kerja atau lokasi yang sering terjadi *defect*, dan dapat dilakukan secara bertahap. Perbaikan sebaiknya dilakukan sebelum proses produksi pada periode musim giling dimulai. Proses perbaikan merupakan tanggung jawab dari seluruh elemen yang menjadi bagian dalam perusahaan, perbaikan harus dilakukan mulai dari *Top Management* hingga operator produksi.

Usulan perbaikan pada Tabel 4.8 dianalisis lebih lanjut menggunakan *Process Decision Program Chart* (PDPC). Analisis PDPC dilakukan dengan menentukan proses untuk mendapat hasil yang diinginkan dari evaluasi kejadian dan variasi hasil yang mungkin terjadi dari rumusan 5W+1H Tabel 4.8 Dengan PDPC akan dipilih potensi usulan perbaikan yang dapat diterapkan.



Gambar 4.8 Analisis PDPC

Keterangan :

- O = Dapat diterapkan.
- X = Tidak dapat diterapkan.

Analisis PDPC Gambar 4.8 memfokuskan tujuan perbaikan dari faktor mesin, operator (manusia), metode, bahan baku (material), dan lingkungan. Alasan diperlukan perawatan pada mesin adalah, karena mesin yang kurang perawatan akan mengakibatkan kinerjanya menurun. Mesin yang tidak beroperasi secara maksimal berpotensi mengganggu proses produksi, dan menurunkan kualitas produk. Kualitas produk yang tidak memenuhi standar juga akan berpengaruh pada keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan. Perawatan pada mesin dapat dilakukan dengan membuat *jadwal maintenance*, melakukan inspeksi pada mesin secara berkala, dan membuat *check sheet* dari kondisi dan jam operasional mesin. Selain itu, untuk

memaksimalkan proses produksi dapat dilakukan pergantian pada mesin yang sudah tua. Akan tetapi, mempertimbangkan proses, dan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pergantian mesin hal ini tidak dapat diterapkan.

Tujuan perbaikan selanjutnya adalah meningkatkan motivasi dan rasa tanggung jawab operator. Analisis fishbone diagram menunjukkan penyebab kegagalan dari faktor manusia terjadi karena kelalaian operator saat proses produksi. Selain itu, kurangnya rasa tanggung jawab operator mengakibatkan operator meninggalkan stasiun saat proses produksi, dan tidak melaksanakan proses sesuai SOP. Kinerja operator berpotensi mempengaruhi output dari proses produksi. Untuk meminimalisir kegagalan dari faktor manusia dapat dilakukan beberapa hal yaitu, memberi job desc secara jelas, diadakan briefing sebelum proses produksi, dan membuat check sheet kegiatan selama proses produksi. Check sheet kegiatan selama proses produksi akan mempermudah analisis penyebab terjadinya *defect*. Sehingga kesalahan yang serupa dapat diminimalisir.

Faktor metode yang menjadi tujuan perbaikan adalah metode kerja agar sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan. Pentingnya penerapan SOP selama proses produksi menjadi alasan perbaikan, karena proses yang tidak sesuai SOP dapat menurunkan produktivitas dan kualitas dari produk. Produktivitas dan kualitas produk yang tidak sesuai standar juga akan berdampak pada perusahaan. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat dilakukan perbaikan dengan memberikan operator instruksi standar prosedur yang sesuai SOP. Memberikan instruksi yang jelas akan meningkatkan pemahaman, dan kinerja operator. Melakukan inspeksi selama proses produksi berlangsung juga dapat dilakukan untuk meminimalisir kegagalan.

Kualitas bahan baku yang tidak sesuai standar dapat menurunkan kualitas produk. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan perbaikan dengan menetapkan standar bahan baku. Mengelompokkan

bahan baku sesuai waktu waktu kedatangannya, sehingga tidak ada tebu yang terlalu lama disimpan dan mengakibatkan kualitas nira menurun. Selain itu, dapat dilakukan inspeksi secara berkala pada penyimpanan bahan baku untuk memastikan kualitas bahan baku. Inspeksi pada pada bahan baku juga menjadi tanggung jawab supplier, akan tetapi hal ini diluar batas kendali perusahaan, sehingga inspeksi oleh supplier tidak dapat diterapkan untuk proses perbaikan.

Lingkungan kerja yang menjadi lokasi proses produksi juga perlu untuk diperhatikan. Kondisi lingkungan kerja yang tidak ergonomis dapat menurunkan kinerja dari operator. Suhu udara yang panas dapat menurunkan konsentrasi dari operator. Serta suara bising dari mesin dapat mengganggu koordinasi operator dalam menjalankan proses produksi. Konsentrasi dan komunikasi yang terganggu berpotensi mengakibatkan operator melakukan kesalahan selama proses. Untuk meminimalisir kegagalan selama proses produksi, perlu diberikan work instruction disetiap stasiun kerja, dan melengkapi operator dengan alat peredam kebisingan.