

**PENERAPAN METODE FMEA DAN FTA DALAM
MENGIDENTIFIKASI PENYEBAB PENURUNAN
KUALITAS GULA RAFINASI PADA
PT. MAKASSAR TENE**

TUGAS AKHIR

OLEH :

**ROMY HENDRAWAN SYAPUTRA
NIM. 16 TIA 142**

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna
Menyelesaikan Program Diploma Tiga
Jurusan / Program Studi
Teknik Industri Agro**



**KEMENTERIAN PERINDUTRIAN R.I
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

JUDUL : PENERAPAN METODE FMEA DAN FTA DALAM
MENGIDENTIFIKASI PENYEBAB PENURUNAN
KUALITAS GULA RAFINASI PADA PT.
MAKASSAR TENE

NAMA : ROMY HENDRAWAN SYAPUTRA

NIM : 16 TIA 142

JURUSAN / PRODI : TEKNIK INDUSTRI AGRO

Pembimbing I Menyetujui, Pembimbing II

Dr. Ir. Arminas, ST.,MM.,IPM.,ASEAN.Eng
NIP.196702252001122002

Nur Khaerani Busri, ST.,MT.
NIP. 199301202018012001

Mengetahui,

Direktur
Politeknik ATI MakassarKetua Jurusan
Teknik Industri Agro

Ir. Amrin Rapi, ST.,MT.,IPM.,ASEAN.Eng
NIP. 196910111994121001

Dr. Ir. Arminas, ST.,MM.,IPM.,ASEAN.Eng
NIP.196702252001122002

HALAMAN PENGESAHAN

Telah diterima oleh Panitia Ujian Akhir Program Diploma Tiga (D3) yang ditentukan sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Perindustrian RI SK.No.241/KPTS/BPSDMI/ATI-Makassar/II/2019 tanggal 1 Februari 2019 yang telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada hari tanggal Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar AhliMadya (A.Md) Teknik Industri dalam program studi Teknik Industri Agro Pada Politeknik ATI Makassar.

PANITIA UJIAN :

Pengawas : 1. Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri
2. Direktur Politeknik ATI Makassar

Ketua : Ir. Muhammad Basri, MM., IPM (.....)

Sekretaris : Dra. Hj. Rachmatiah, MM (.....)

Penguji I : Ir. Muhammad Basri, MM., IPM (.....)

Penguji II : Dra. Hj. Rachmatiah, MM (.....)

Penguji III : (.....)

Pembimbing I :Dr. Ir. Arminas, ST.,MM.,IPM.,ASEAN.Eng (.....)

Pembimbing II : Nur Khaerani Busri, ST.,MT. (.....)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :Romy Hendrawan Syaputra

NIM : 16 TIA 142

Jurusan : Teknik Industri Agro

Menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti dan dapat dibuktikan sesuai dengan hukum yang berlaku di negara Republik Indonesia bahwa tugas akhir saya adalah hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut tanpa melibatkan institusi Politeknik ATI Makassar atau orang lain.

Makassar, Februari 2019

Yang menyatakan,

Romy Hendrawan Syaputra

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat merampungkan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini digunakan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program Diploma III di Politeknik ATI Makassar. Penulis tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak berupa dukungan moril, fasilitas, bimbingan, dan dorongan. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, yang senantiasa membesarkan, memberikan dukungan moril, material, dan motivasi selama penulis menjalankan pendidikan.
3. Bapak Ir. Amrin Rapi, ST., MT., IPM., ASEAN Eng. selaku Direktur Politeknik ATI Makassar.
4. Bapak Ir. Muhammad Basri, MM., IPM selaku penasehat akademik yang selalu memberikan arahan, masukan, serta motivasi demi meningkatkan prestasi akademik penulis.
5. Ibu Dr. Ir. Arminas, ST., MM., IPM., ASEAN Eng. selaku Ketua Jurusan / Program Studi Teknik Industri Agro dan sekaligus Pembimbing Tugas Akhir.

6. Ibu Nur Khaerani Busri, ST., MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir.
7. Seluruh keluarga yang telah mendukung dan memberikan motivasi selama penulis menjalankan pendidikan.
8. Seluruh dosen Teknik Industri Agro yang telah mengajarkan dan memberikan segenap pengetahuannya kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
9. Seluruh karyawan PT. Makassar Tene khususnya Departemen *Supporting Material Warehouse* dan Departemen Proses yang telah membantu saya dalam melaksanakan serta menyempurnakan penelitian saya.
10. Selaku teman seperjuangan Tugas Akhir dan teman seperjuangan semasa kuliah Syahru Notonegoro, Frisaldi Pratama, Ardiansyah Jamil, dan Muhammad Taqwa.
11. Dan semua pihak yang tidak sempat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis terbuka dengan segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin.

Makassar, Februari 2019

Penulis

ABSTRAK

Syaputra, Romy Hendrawan. 2019. Penerapan metode FMEA dan FTA dalam mengidentifikasi penyebab penurunan kualitas gula rafinasi pada PT. Makassar Tene. Dibawah bimbingan ARMINAS sebagai Pembimbing I dan NURKHAERANI BUSRI sebagai Pembimbing II.

PT . Makassar Tene merupakan pabrik yang memproduksi gula rafinasi dari bahan baku *raw sugar*. Proses produksi gula rafinasi sebagian besar sudah dilaksanakan secara otomatis namun masih memerlukan pengawasan dan pemantauan berkala dari operator untuk memastikan kelancaran dan ketepatan proses pengolahan gula. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode observasi, wawancara, dan studi pustaka dengan tujuan untuk mengetahui apakah dengan penerapan metode FMEA dapat menentukan risiko kegagalan terbesar pada alur proses pengolahan gula rafinasi dan apakah penerapan FTA dapat mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan pada sebuah tahapan proses pengolahan gula rafinasi di PT. Makassar Tene.

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode FMEA maka dapat diketahui bahwa tahapan proses dengan risiko kegagalan terbesar terletak pada tahapan evaporasi/kristalisasi gula dan tahap pengemasan di *packaging bin*. Langkah berikutnya adalah dengan mengidentifikasi jenis masalah pada tiap tahapan proses terpilih menggunakan diagram pareto sehingga didapatkan hasil bahwa pada tahap evaporasi/kristalisasi kerap kali terjadi penyimpangan nilai CV yang dapat menghasilkan debu gula, sedangkan pada tahap *packaging* masalah yang kerap kali terjadi adalah *metal detection*, karung robek, dan gula sapan. Selanjutnya dilanjutkan dengan penggunaan metode FTA untuk mengidentifikasi dasar penyebab dari setiap kegagalan yang timbul pada tahapan proses terpilih, sehingga didapatkan hasil bahwa sebagian besar kegagalan yang timbul diakibatkan oleh kelalaian operator, proses operasi yang masih dikerjakan manual, hingga desain peralatan operasi yang kurang baik.

Kata kunci : FMEA, FTA, CV, Evaporasi, *Packaging*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN TUGAS AKHIR .	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gula.....	5
2.2 Macam-macam Gula berdasarkan warna ICUMSA.....	6
2.2.1 Gula Rafinasi (<i>Refined Sugar</i>).....	6
2.2.2 Gula Extra Spesial (<i>Extra Special Crystal Sugar</i>).....	6
2.2.3 Gula Kristal Putih	7
2.2.4Gula Kristal Mentah untuk konsumsi (<i>Brown Sugar</i>)	7

2.2.5 Gula Kristal Mentah (<i>Raw Sugar</i>)	8
2.2.6 Gula Mentah (<i>Very Raw Sugar</i>)	8
2.3 Kualitas	8
2.4 Diagram pareto.....	9
2.5 FMEA(<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	10
2.5.1 Komponen FMEA	11
2.5.2 Langkah Penerapan FMEA.....	12
2.6 FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>)	17
2.6.1 Simbol-simbol dalam FTA	18
2.6.2 Tahapan Analisa FTA.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Kerangka Berpikir	22
3.3 <i>Flow Chart</i>.....	24
3.4 Jenis Penelitian	25
3.5 Teknik Pengumpulan Data	25
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	27
4.1 Pengumpulan Data	27
4.1.1 Data Gula <i>Reject</i>	27
4.1.2 Data <i>Vacuum Pan</i> (Evaporasi).....	29
4.2 Pengolahan Data.....	29
4.2.1 FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>).....	30
4.2.2 Diagram Pareto	37

4.2.3 FTA (<i>Failure Tree Analysis</i>)	40
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	44
5.1 FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	44
5.2 Diagram Pareto.....	44
5.3 FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>)	45
BAB VI PENUTUP	47
6.1 Kesimpulan	47
6.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol-simbol FTA.....	18
Tabel 4.1 Data Gula Reject Bulan Juli 2018	27
Tabel 4.2 Persentase Gula <i>Reject</i>	28
Tabel 4.3 Persentase Masakan Dengan Nilai CV Tidak Memenuhi Standar..	29
Tabel 4.4 <i>Potential Failure</i> Pengolahan Gula Rafinasi	31
Tabel 4.5 <i>Potential Effects of Failure</i>	32
Tabel 4.6 <i>Scoring Severity</i>	33
Tabel 4.7 <i>Scoring Occurance</i>	34
Tabel 4.8 <i>Scoring Detectable</i>	35
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Nilai RPN (2 Teratas).....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka Berpikir	23
Gambar 3.2 <i>Flow Chart</i>	24
Gambar 4.1 Alur Proses Produksi Gula	30
Gambar 4.2 Diagram Pareto Perolehan Nilai RPN	36
Gambar 4.3 Diagram Pareto Ketidaksesuaian Nilai CV	38
Gambar 4.4 Diagram Pareto Persentase Jenis Masalah.....	39
Gambar 4.5 FTA Tahap Proses Evaporasi/Kristalisasi	40
Gambar 4.6 FTA Tahap Proses <i>Packaging Bin</i>	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pekembangan industri saat ini sangatlah pesat. Pesatnya perkembangan industri diikuti dengan semakin ketatnya tingkat persaingan antara perusahaan-perusahaan industri untuk menarik perhatian pelanggan, baik dari pendekatan harga produk maupun dengan meningkatkan kualitas/mutu produk.

Penentuan harga produk kini bukan menjadi satu-satunya faktor yang dapat mempengaruhi minat beli pelanggan terhadap produk yang ditawarkan. Bahkan tidak sedikit pelanggan yang rela membayar mahal dan *loyal* terhadap produk-produk tertentu hanya dikarenakan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan yang lainnya. Sayangnya tidak semua industri mengindahkan hal ini. Mereka tetap bertahan pada prinsip dimana harga adalah segalanya untuk menarik minat pembeli. Oleh karena itu, tidak sedikit dari industri-industri tersebut yang gulung tikar dikarenakan tertinggal dengan industri-industri baru yang menawarkan produk kualitas bersaing dengan harga yang relatif terjangkau.

Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian memperkirakan bahwa kebutuhan gula rafinasi nasional mencapai hingga 3,6 Juta ton untuk keperluan industri yang menunjukkan peningkatan sebanyak 6% dibandingkan dengan tingkat konsumsi gula pada tahun 2017 yang mencapai 3,4 juta ton. Proyeksi pertumbuhan ini sebagian besar dipengaruhi oleh pertumbuhan industri makanan dan minuman sebanyak 7% hingga 8% (Ansori, 2017).

PT. Makassar Tene sebagai satu-satunya perusahaan industri gula rafinasi di kawasan Indonesia Timur. Dalam melaksanakan kegiatan produksinya PT. Makassar Tene terbukti masih memiliki cacat kualitas pada produk gula yang dihasilkan seperti terciptanya debu gula, *metal detection*, hingga tidak meratanya kualitas hasil masakan pada produk gula. Fenomena ini seringkali mendatangkan kerugian baik bagi konsumen maupun bagi perusahaan. Disamping itu semakin bersaingnya industri-industri gula yang menawarkan produk gula dengan kualitas diatas rata-rata menjadi ancaman tersendiri bilamana kondisi ini berlangsung secara terus menerus dan tidak segera mendapatkan perhatian yang serius.

Berdasarkan permasalahan ini maka dipertimbangkanlah serangkaian metode yang dipilih dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas/mutu produk gula rafinasi dengan penerapan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan metode FTA (*Failure Tree Analysis*) dalam mengidentifikasi penyebab penurunan kualitas gula rafinasi pada PT. Makassar Tene dibantu dengan alat analisa seperti diagram pareto.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka berikut rumusan masalahnya:

1. Apakah dengan penerapan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dapat menentukan letak terjadinya risiko kegagalan terbesar pada alur proses pengolahan gula rafinasi di PT. Makassar Tene?
2. Apakah dengan penerapan FTA (*Failure Tree Analysis*) dapat mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil penerapan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dalam menentukan risiko kegagalan terbesar pada alur proses pengolahan gula rafinasi di PT. Makassar Tene.
2. Untuk mengetahui hasil penerapan FTA (*Fault Tree Analysis*) dalam mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari penelitian ini:

1. Bagi Penulis

Untuk meningkatkan pemahaman penulis tentang sejauh mana pengaruh penerapan metode FMEA dan FTA dalam rangka perbaikan mutu pada sebuah perusahaan.

2. Bagi Perusahaan

Sebagai bahan usulan dan masukan sehubungan dengan evaluasi dan perbaikan kualitas/mutu produk dengan menerapkan metode FMEA.

3. Bagi Pembaca

Sebagai salah satu sumber keilmuan mengenai penerapan metode FMEA dalam peningkatan kualitas/mutu pada sebuah perusahaan dan

sebagai referensi dalam pengembangan penelitian metode FMEA
dimasa mendatang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gula

Gula terdiri dari beberapa jenis yang dilihat dari keputihannya melalui standar ICUMSA (*International Commission For Uniform Methods of Sugar Analysis*). ICUMSA merupakan lembaga yang dibentuk untuk menyusun metode analisis kualitas gula dengan anggota lebih dari 30 negara. Mengenai warna gula ICUMSA telah membuat rating atau grade kualitas warna gula. Sistem *rating* berdasarkan warna gula yang menunjukkan kemurnian dan banyaknya kotoran yang terdapat dalam gula tersebut.

Metode pengujian warna gula dengan standar ICUMSA menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm dan 560 nm. Untuk mengukur warna gula menggunakan metode ICUMSA sebelumnya gula dilarutkan sampai sempurna kemudian dihilangkan *turbidity*-nya dengan cara menambahkan *kieselguhr* kemudian disaring dengan saringan vakum menggunakan kertas saring *whatman* 42. Kemudian *filtrate* diambil dan pH larutan diatur sampai pH 7 dengan cara menambahkan HCl atau NaOH. Kemudian mengukur brix larutan dengan refraktometer dan tentukan berat jenis larutan dengan tabel hubungan brix dengan berat jenis. Pengukuran warna ICUMSA dengan spektrofotometer panjang gelombang 420 nm, kemudian menetapkan transmittance pada 100 % dengan H₂O menggunakan kuvet 1 cm (b). Bilas kuvet dengan larutan contoh, kemudian diisi kembali dan diukur *transmittance* (T) atau *Absorbance* (A)

2.2 Macam-macam Gula berdasarkan warna ICUMSA

2.2.1 Gula Rafinasi (*Refined Sugar*)

Gula rafinasi memiliki ICUMSA 45 dengan kualitas yang paling bagus karena melalui proses pemurnian bertahap. Warna gula putih cerah, Untuk Indonesia gula rafinasi diperuntukkan bagi industri makanan karena membutuhkan gula dengan kadar kotoran yang sedikit dan warna putih.

Refined Sugar atau gula rafinasi merupakan hasil olahan lebih lanjut dari gula mentah atau raw sugar melalui proses defikasi yang tidak dapat langsung dikonsumsi oleh manusia sebelum diproses lebih lanjut. Yang membedakan dalam proses produksi gula rafinasi dan gula kristal putih yaitu gula rafinasi menggunakan proses karbonasi sedangkan gula kristal putih menggunakan proses sulfitasi. Gula rafinasi memiliki standar mutu khusus yaitu mutu 1 yang memiliki nilai ICUMSA < 45 dan mutu 2 yang memiliki nilai ICUMSA 46-806. Gula rafinasi inilah yang digunakan oleh industri makanan dan minuman sebagai bahan baku. Peredaran gula rafinasi ini dilakukan secara khusus dimana distributor gula rafinasi ini tidak bisa sembarangan beroperasi namun harus mendapat persetujuan serta penunjukan dari pabrik gula rafinasi yang kemudian disahkan oleh Departemen Perindustrian.

2.2.2 Gula Extra Spesial (*Extra Special Crystal Sugar*)

Gula ekstra spesial memiliki ICUMSA 100-150 Gula ini termasuk food grade digunakan untuk membuat bahan makanan seperti kue, minuman atau konsumsi langsung.

2.2.3 Gula Kristal Putih

Gula kristal putih memiliki ICUMSA 200-300. Gula kristal putih merupakan gula yang dapat dikonsumsi langsung sebagai tambahan bahan makanan dan minuman. Berdasarkan standard SNI gula yang boleh dikonsumsi langsung adalah gula dengan warna ICUMSA 300. Pada umumnya pabrik gula sulfitasi dapat memproduksi gula dengan warna ICUMSA < 300.

Gula kristal putih memiliki nilai ICUMSA antara 250-450 IU. Departemen Perindustrian mengelompokkan gula kristal putih ini menjadi tiga bagian yaitu Gula kristal putih 1 (GKP 1) dengan nilai ICUMSA 250, Gula kristal putih 2 (GKP 2) dengan nilai ICUMSA 250-350 dan Gula kristal putih 3 (GKP 3) dengan nilai ICUMSA 350-450. Semakin tinggi nilai ICUMSA maka semakin coklat warna dari gula tersebut serta rasanya pun yang semakin manis. Gula tipe ini umumnya digunakan untuk rumah tangga dan diproduksi oleh pabrik-pabrik gula didekat perkebunan tebu dengan cara menggiling tebu dan melakukan proses pemutihan, yaitu dengan teknik sulfitasi.

2.2.4 Gula Kristal Mentah untuk konsumsi (*Brown Sugar*)

Brown sugar memiliki ICUMSA 600-800. Di luar negeri gula ini dapat dikonsumsi langsung biasanya sebagai tambahan untuk bubur, akan tetapi juga perlu diperhatikan mengenai kehygienisannya yaitu kandungan bakteri dan kontaminan.

2.2.5 Gula Kristal Mentah (*Raw Sugar*)

Raw Sugar adalah gula mentah berbentuk kristal berwarna kecoklatan dengan bahan baku dari tebu. *Raw sugar* memiliki ICUMSA 1600-2000. *Raw sugar* digunakan sebagai bahan baku untuk gula rafinasi, dan juga beberapa proses lain seperti MSG biasanya menggunakan raw sugar.

2.2.6 Gula Mentah (*Very Raw Sugar*)

Gula mentah memiliki ICUMSA 4600 max. Gula mentah khusus digunakan sebagai bahan baku gula rafinasi dan tidak boleh dikonsumsi secara langsung. Pengolahan kristal gula mentah (raw sugar) menjadi gula rafinasi cukup rumit. Pengolahan meliputi berbagai macam tahapan, dimana masing-masing dapat mencakup beberapa unit operasional pemisahan. Efisiensi operasional dari tiap tahapan pengolahan sangat dipengaruhi oleh keberhasilan tahapan sebelumnya. Adapun tahapan pemurnian gula kristal mentah (raw sugar) menjadi gula kristal rafinasi meliputi tahap afinasi, klarifikasi, filtrasi, dekolorisasi, evaporasi dan kristalisasi, sentrifugasi, pengeringan dan pendinginan.

2.3 Kualitas

Menurut Juran, kualitas adalah sebagai fitness for use, yang mengandung pengertian bahwa suatu produk atau jasa harus dapat memenuhi apa yang diharapkan oleh pemakainya (Tjiptono, 2003).

Kualitas adalah keseluruhan sifat suatu produk atau pelayanan yang berpengaruh pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dinyatakan atau tersirat (Kotler, 2005).

Kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of costumers*) (Sinambela, 2010).

Deming menyatakan bahwa kualitas merupakan suatu tingkat yang dapat diprediksi dari keseragaman dan ketergantungan pada biaya yang rendah dan sesuai dengan pasar (Tjiptono dan Diana, 2003).

Produsen dikatakan telah “menyampaikan” kualitas jika produk atau jasa yang ditawarkannya sesuai atau melampaui ekspektasi pelanggan (Arief, 2007)

Berdasarkan beberapa pendapat diatas maka dapat disimpulkan bahwa kualitas adalah standar yang harus dicapai oleh seseorang, kelompok, atau lembaga organisasi mengenai kualitas SDM, kualitas cara kerja, serta barang dan jasa yang dihasilkan agar dapat tetap eksis dalam ketatnya persaingan individu, kelompok, maupun industri dalam mencapai tujuannya masing-masing.

2.4 Diagram Pareto

Diagram Pareto diperkenalkan oleh Joseph M. Juran, yang menggunakan prinsip pareto “*the critical view, the trival man*”. Pareto sendiri adalah nama dari seorang ekonom italia yang menemukan bukti empiris bahwa secara tipikal 80% dari kemakmuran suatu daerah hanya dikuasai oleh 20% populasi. Yang berarti

angka 20% dapat menjadi penyebab dari timbulnya mayoritas 80% (Herjanto, 2015).

Diagram pareto adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat dengan memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah. Diagram ini membantu pemusatan konsentrasi penyelesaian masalah berdasarkan prioritas dan pengaruh masalah dari berbagai faktor. Dengan menggunakan diagram pareto, perhatian bias dapat dikonsentrasikan kepada faktor dominan (prioritas) tanpa perlu membuang-buang waktu, tenaga, dan biaya. Adapun proses pembuatan diagram pareto adalah sebagai berikut:

1. Pilihlah beberapa faktor penyebab dari suatu masalah.
2. Kumpulkan data dari masing-masing faktor dan hitunglah persentase kontribusi dari masing-masing faktor.
3. Susun faktor-faktor dalam urutan baru dimulai dari yang memiliki persentase kontribusi terbesar hingga terendah dan hitunglah nilai akumulasinya.
4. Bentuk kerangka diagram dengan aksis vertikal sebelah kiri menunjukkan frekuensi atau persentase pengaruh, dan aksis vertikal sebelah kanan dalam bentuk jumlah kumulatif.

2.5 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Metode ini dikembangkan sekitar tahun 1960-an, ketika gerakan mutu mulai timbul. Pemakaian secara formal dimulai di industri dirgantara sekitar tahun itu, dimana kepedulian terhadap keselamatan penerbangan sangat tinggi.

Sasaran awal FMEA adalah mencegah terjadinya kecelakaan yang dapat membahayakan nyawa orang. Sasaran ini juga masih berlaku hingga saat ini, hanya sasaran penggunaan FMEA saat ini sudah sangat luas. Namun pada intinya adalah mencegah terjadinya kegagalan dan dampaknya sebelum terjadi (Sudirto, 2018).

2.5.1 Komponen FMEA

Istilah-istilah yang digunakan dalam FMEA berbeda dengan yang digunakan dalam standar manajemen risiko, tetapi pengertiannya sama (Susilo Leo J., 2010), istilah-istilah tersebut adalah :

1. Kesalahan (*failure*) adalah kegagalan proses atau produk
2. Kegawatan (*severity*) adalah dampak yang timbul apabila suatu kesalahan (*failure*) terjadi
3. Kejadian (*occurrence*) adalah kemungkinan atau probabilitas atau frekuensi terjadinya kesalahan
4. Deteksi (*detection*) adalah kemungkinan untuk mendeteksi suatu kesalahan akan terjadi atau sebelum dampak kesalahan tersebut terjadi
5. Tingkat prioritas risiko (*Risk Priority Number-RPN*) adalah hasil perkalian dari masing-masing tingkat kegawatan kejadian dan deteksi.

Dari uraian pengertian di atas maka dapat diidentikkan hal-hal sebagai berikut :

1. Kesalahan identik dengan risiko
2. Kegawatan identik dengan dampak risiko

3. Kejadian identik dengan kemungkinan terjadinya risiko
4. Deteksi identik dengan pemahaman sumber risiko dan atau pemahaman terhadap pengendalian yang ada pada proses yang diamati
5. RPN identik dengan tingkat kegawatan (*risk severity*) yaitu hasil perkalian dari masing-masing nilai dampak dan kemungkinan.

2.5.2 Langkah Penerapan FMEA

Secara umum dikenal 2 (dua) macam FMEA, yaitu proses FMEA dan desain FMEA. Untuk proses *manufacturing*, biasanya FMEA dilakukan untuk keseluruhan proses. Terdapat sembilan langkah dalam penerapan FMEA (Susilo Leo J., 2010), berikut uraiannya:

1. Peninjauan Proses

Tim FMEA harus meninjau ulang peta proses bisnis atau bagan alir yang ada untuk di analisis. Ini perlu dilakukan untuk mendapatkan kesalahan paham terhadap proses tersebut. Dengan menggunakan peta atau bagan alir tersebut, seluruh anggota tim haruslah melakukan peninjauan lapangan (*process walk-through*) untuk meningkatkan pemahaman terhadap proses yang dianalisa. Bila peta proses atau bagan alir belum ada maka tim harus menyusun peta proses atau bagan alir tersebut sebelum memulai proses FMEA itu sendiri.

2. *Brainstorming* berbagai bentuk kemungkinan kesalahan atau kegagalan proses.

Setelah melakukan peninjauan lapangan terhadap proses yang akan di analisis maka setiap anggota tim akan melakukan *brainstorming* terhadap kemungkinan kesalahan atau kegagalan yang dapat terjadi dalam proses tersebut. Proses *brainstorming* ini dapat berlangsung lebih dari satu kali untuk memperoleh satu daftar yang komprehensif terhadap segala kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi. Hasil *brainstorming* ini kemudian dikelompokkan menjadi beberapa penyebab kesalahan seperti manusia, mesin/peralatan, material, metode kerja dan lingkungan kerja. Cara lain untuk mengelompokkan adalah menurut jenis kesalahan itu sendiri, misalnya kesalahan pada proses *welding*, kesalahan elektrik, kesalahan mekanis dan lain-lain. Pengelompokkan ini akan mempermudah proses analisis nantinya dan untuk mengetahui dampak satu kesalahan yang mungkin menimbulkan kesalahan yang lain.

3. Membuat daftar dampak tiap-tiap kesalahan

Setelah diketahui semua daftar kesalahan yang mungkin terjadi maka dimulai menyusun dampak dari masing-masing kesalahan tersebut. Untuk setiap kesalahan, dampak yang terjadi bisa hanya satu, tetapi mungkin juga bisa lebih dari satu. Bila lebih dari satu maka semuanya harus ditampilkan. Proses ini harus dilaksanakan dengan cermat dan teliti, karena apa yang terlewat dari proses ini tidak akan mendapatkan perhatian untuk ditangani.

4. Menilai tingkat dampak (*severity*) kesalahan

Penilaian terhadap tingkat dampak adalah perkiraan besarnya dampak negatif yang diakibatkan apabila kesalahan terjadi. Bila pernah terjadi maka penilaian akan lebih mudah, tetapi bila belum pernah maka penilaian dilakukan berdasarkan perkiraan.

5. Menilai tingkat kemungkinan terjadinya (*occurrence*) kesalahan

Sama dengan langkah keempat, bila tersedia cukup data maka dapat dihitung probabilitas atau frekuensi kemungkinan terjadinya kesalahan tersebut. Bila tidak tersedia maka harus digunakan estimasi yang didasarkan pada pendapat ahli (*expert judgement*) atau metode lainnya.

6. Menilai tingkat kemungkinan deteksi dari tiap kesalahan atau dampaknya

Penilaian yang diberikan menunjukkan seberapa jauh kita dapat mendeteksi kemungkinan terjadinya kesalahan atau timbulnya dampak dari suatu kesalahan. Hal ini dapat diukur dengan seberapa jauh pengendalian atau indikator terhadap hal tersebut tersedia. Bila tidak ada maka nilainya rendah, tetapi bila indikator sehingga kecil kemungkinan tidak terdeteksi maka nilainya tinggi.

7. Hitung tingkat prioritas risiko (RPN) dari masing-masing kesalahan dan dampaknya. Nilai prioritas risiko (RPN) merupakan perkalian dari:

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan:

S = Nilai dampak (*severity*)

O = Kemungkinan frekuensi (*occurrence*)

D = Kemungkinan terdeteksi (*detectable*)

Total nilai RPN ini dihitung untuk tiap-tiap kesalahan yang mungkin terjadi. Bila proses tersebut terdiri dari kelompok-kelompok tertentu maka jumlah keseluruhan RPN pada kelompok tersebut dapat menunjukkan tingkat kerusakan atau kerugian yang dapat ditimbulkan pada kelompok proses tersebut bila suatu kesalahan terjadi. Jadi terdapat tingkat prioritas tertinggi untuk jenis kesalahan dan jenis kelompok proses. Berikut kriteria scoring RPN per elemennya:

a. *Severity* (Keparahan)

Adapun skala nilai *severity* diberikan berdasarkan tingkat kerusakannya, antara lain sebagai berikut:

- 1) 1 : sedikit gangguan
- 2) 2-3 : Sedang
- 3) 4-5 : Besar
- 4) 6 : Cedera ringan
- 5) 7 : Cedera besar
- 6) 8-10: Cedera parah hingga dapat menimbulkan kematian

b. *Occurance* (Keseringan)

Adapun skala nilai *occurance* diberikan berdasarkan frekuensi seringnya terjadi kerusakan, antara lain sebagai berikut:

- 1) 1 : Tidak diketahui kemungkinannya
- 2) 2-4 : mungkin terjadi tapi belum diketahui datanya
- 3) 5-6 : Terjadi tetapi jarang
- 4) 7-8 : Terjadi dan sering
- 5) 9-10: Terjadi dan sangat sering (pasti)

c. *Detectable* (Kemungkinan terdeteksi)

Adapun skala nilai *Detectable* diberikan berdasarkan kemungkinan kemudahan deteksi sumber masalah pada saat terjadi kerusakan, antara lain sebagai berikut:

- 1) 1 : Error selalu terdeteksi
- 2) 2-3 : Error sangat mungkin terdeteksi
- 3) 4-6 : Error mungkin terdeteksi
- 4) 7-8 : Error kemungkinan kecil terdeteksi
- 5) 9 : Error tidak mungkin terdeteksi

8. Urutkan prioritas kesalahan yang memerlukan penanganan lanjut

Setelah dilakukan perhitungan RPN untuk masing-masing potensi kesalahan maka dapat disusun prioritas berdasarkan nilai RPN tersebut. Apabila digunakan skala 10 untuk masing-masing variable maka nilai tertinggi RPN adalah $= 10 \times 10 \times 10 = 1000$. Bila digunakan skala 5, maka nilai tertinggi adalah $= 5 \times 5 \times 5 = 125$.

Terhadap nilai RPN tersebut dapat dibuat klasifikasi tinggi, sedang dan rendah atau ditentukan secara umum bahwa untuk nilai RPN di atas 250 (*cut-off points*) harus dilakukan penanganan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan dan dampaknya serta pengendalian deteksinya. Penentuan klasifikasi atau nilai batas penanganan ditentukan oleh kepala tim atau oleh manajemen sesuai dengan jenis proses yang dianalisis.

9. Lakukan tindak mitigasi terhadap kesalahan tersebut

Idealnya semua kesalahan yang menimbulkan dampak tinggi harus dihilangkan sepenuhnya. Penanganan dilakukan secara serentak dengan memperbaiki titik terjadinya kegagalan, mengurangi dampak kegagalan bila terjadi, dan meningkatkan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan.

2.6 FTA (*Fault Tree Analysis*)

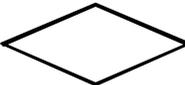
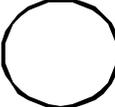
FTA merupakan teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu system. FTA berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan ‘*top down approach*’ karena analisa ini berawal dari system level atas dan meneruskannya ke bawah (Priyanta,2000).

Fault Tree Analysis merupakan sebuah *analytical tool* yang menerjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari sistem. Teknik ini berguna mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam sistem (Foster, 2004).

2.6.1 Simbol-simbol dalam FTA

Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam metode FTA adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Simbol-simbol FTA

Simbol FTA	Keterangan
	Top Event
	Logic Event OR
	Logic Event AND
	Transferred Event
	Undeveloped Event
	Basic event

(Sumber: www.muh-haris.blogspot.com)

1. *Event*

Penyimpangan yang tidak digunakan/diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen dari sistem.

2. *Top event*

Kejadian yang tidak dikehendaki pada “puncak” yang akan diteliti lebih lanjut ke arah kejadian dasar lainnya dengan menggunakan gerbang-gerbang logika untuk menentukan penyebab dan kekerapannya.

3. *Logic gate*

Hubungan secara logika antara input (kejadian yang dibawah). Hubungan logika ini dinyatakan dengan gerbang *AND* (dan) atau gerbang *OR* (atau).

4. *Transferred event*

Simbol segitiga pada *event* ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.

5. *Undeveloped event*

Kejadian dasar (*basic event*) yang tidak akan dikembangkan lebih jauh karena sudah tersedianya informasi.

6. *Basic event*

Kejadian yang tidak diharapkan yang dianggap sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

2.6.2 Tahapan Analisa FTA

Menurut Priyanti (2000), terdapat 4 tahapan untuk melakukan analisa dengan *Fault Tree Analysis* (FTA), yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu system yang ditinjau

Langkah pertama diatas bertujuan untuk mencari *top event* yang merupakan definisi dari kegagalan suatu system, ditentukan terlebih dahulu dalam menentukan sebuah model grafis FTA.

2. Penggambaran model grafis *Fault Tree*

Model grafis FTA memuat beberapa simbol, yaitu simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol transfer. Simbol kejadian adalah simbol yang berisi kejadian pada sistem yang dapat digambarkan dengan bentuk lingkaran, persegi dan yang lainnya, yang mempunyai arti masing-masing.

3. Mencari *minimal cut set* dari analisa *Fault Tree*

Tahapan ketiga yaitu mencari *minimal cut set*. Mencari *minimal cut set* merupakan analisa kualitatif yang mana dipakai Aljabar Boolean. Aljabar Boolean merupakan aljabar yang dapat digunakan untuk melakukan penyederhanaan atau menguraikan rangkaian logika yang rumit dan kompleks menjadi rangkaian yang lebih sederhana (widjanarka, 2006)

4. Melakukan analisa kuantitatif dari *Fault Tree*

Langkah terakhir yaitu melakukan analisa kuantitatif, yang mana dipakai teorirealibilitas untuk menyelesaikannya. Keandalan/Realibility dapat didefinisikan sebagai nilai probabilitas bahwa suatu komponen atau suatu system akan sukses menjalani fungsinya, dalam jangka

waktu dan kondisi operasi tertentu. Keandalan bernilai antara 0-1, dimana nilai 0 menunjukkan system gagal menjalankan fungsi dan 1 menunjukkan sistem 100% berfungsi.

BAB III

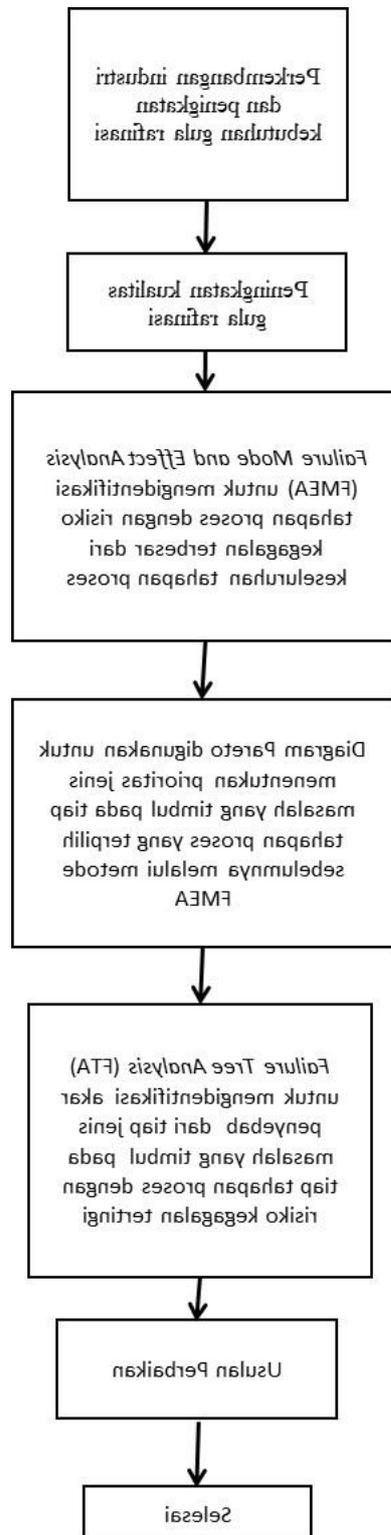
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pabrik gula rafinasi PT. Makassar Tene yang beralamat di jalan Prof. Dr. Ir. Sutami no. 38 Makassar. Penelitian ini dilaksanakan tepatnya pada tanggal 16 Juli 2018 sampai dengan 26 September 2018.

3.2 Kerangka Berpikir

Pada penelitian kali ini peneliti melakukan penelitian mengenai kemungkinan kegagalan yang terjadi pada tiap tahapan proses produksi dengan tujuan peningkatan mutu produk gula rafinasi dan meminimalisir kegagalan yang terjadi pada tahapan proses PT. Makassar Tene menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analyze* (FMEA) kemudian pada tiap tahapan terpilih dianalisa jenis dan persentase kegagalan yang terjadi menggunakan diagram pareto, lalu pada tahap akhir menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mencari akar penyebab terjadinya kegagalan pada tahap proses terpilih. Adapun kerangka berpikir yang digunakan pada penelitian ini sebagaimana gambar 3.1 dibawah ini:

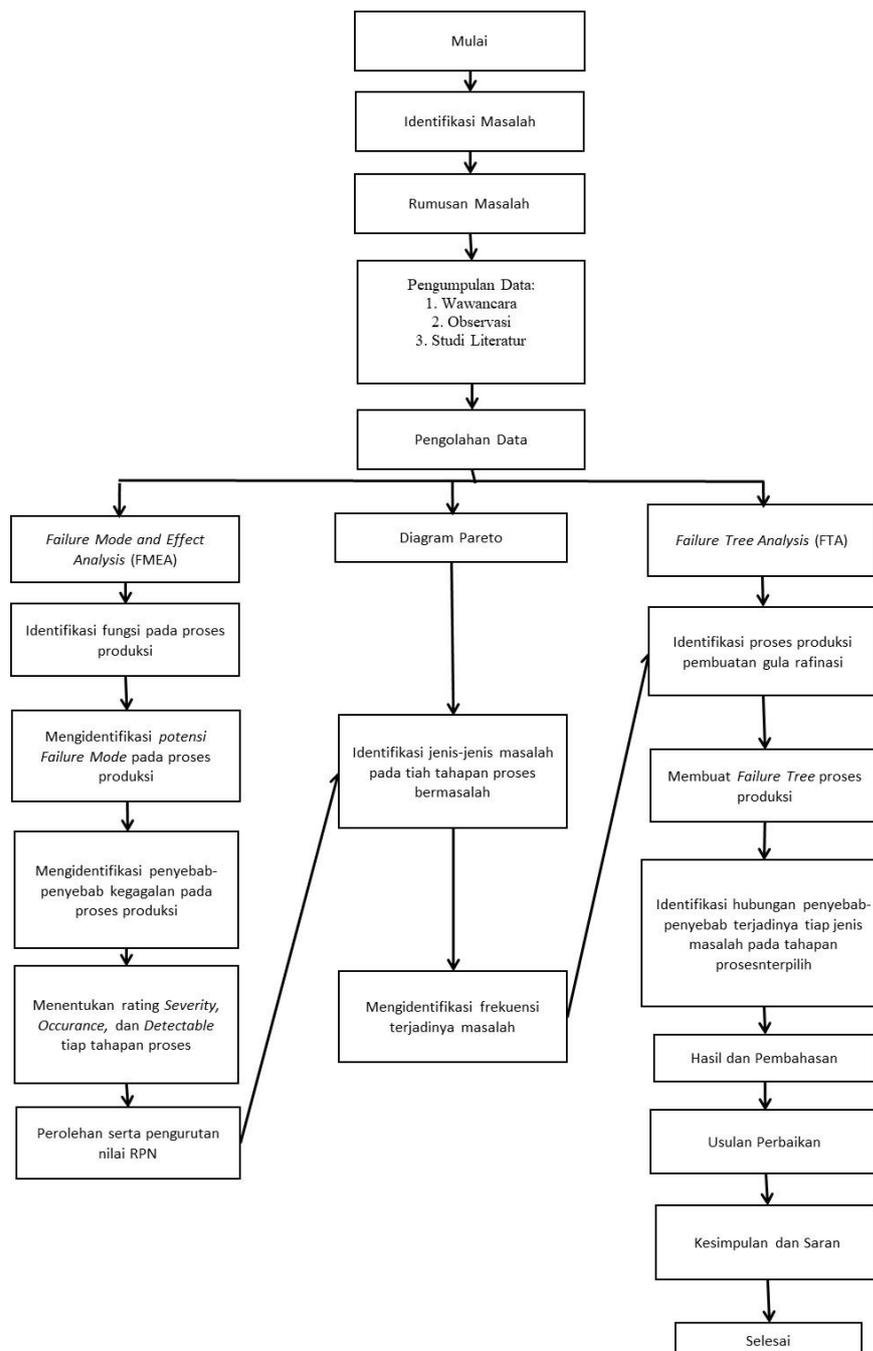


Gambar 3.1 Kerangka Berpikir

3.3 Flow Chart

Flow chart yang digunakan pada penelitian ini sebagaimana gambar 3.2

dibawah ini:



Gambar 3.2 Flow Chart

3.4 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif ditujukan kebanyakan tidak dimaksudkan untuk menguji suatu hipotesis tertentu namun untuk menjelaskan atau menggambarkan suatu gejala, variable, atau keadaan yang berlangsung. (Etna Widodo dan Mukhtar, 2000)

Adapun deskriptif kuantitatif adalah jenis penelitian untuk menggambarkan situasi atau kondisi berdasarkan pada perolehan data kuantitatif yang rinci. Deskriptif kualitatif disertakan untuk memperkuat data-data kuantitatif melalui penjelasan dan analisa sesuai dari kondisi empiris departemen proses pada PT. Makassar Tene.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

1. Wawancara

Wawancara adalah percakapan yang berlangsung antara penanya dengan nara sumber dalam hal ini adalah staf departemen proses PT. Makassar Tene dengan tujuan untuk memperoleh informasi yang tepat berkenaan dengan alur proses pengolahan gula hingga masalah-masalah yang kerap kali timbul selama proses pengolahan gula berlangsung dari tahap awal hingga akhir.

2. Observasi

Observasi adalah serangkaian aktivitas atau kegiatan terhadap suatu proses atau objek dengan maksud untuk merasakan dan

memahami pengetahuan dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan yang sudah diketrahui sebelumnya, sehingga memperoleh informasi-informasi yang dibutuhkan dalam mengolah sebuah penelitian.

3. Studi Pustaka

Studi pustaka dimaksudkan untuk menghimpun informasi yang lebih luas khususnya dalam mengetahui tahapan-tahapn proses produksi gula pada PT. Makassar Tene seperti mesin, alat, hingga mekanisme yang digunakan melalui internet, jurnal, hingga buku-buku sebagai sumbernya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Gula *Reject*

Berdasarkan hasil observasi dan penelitian terhadap proses produksi yang berlangsung di departemen proses PT. Makassar Tene didapatkan data gula *reject* sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Gula *Reject* Bulan Juli 2018

DATA GULA REJECT BULAN JULI 2018							
Tanggal	Production (Ton)	Jumlah Gula <i>Reject</i> (%)			Jumlah Gula <i>Reject</i> (Ton)		
		Metal Detection	Karung robek	Sapuan	Metal Detection	Karung robek	Sapuan
01/07/18	1305.50	0.00	0.05	0.00	0.00	65.28	0.00
02/07/18	1316.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03/07/18	1316.00	0.10	0.05	0.00	131.60	65.80	0.00
04/07/18	1303.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05/07/18	845.25	0.05	0.09	0.00	42.26	76.07	0.00
06/07/18	890.75	0.05	0.05	0.00	44.54	44.54	0.00
07/07/18	1041.25	0.10	0.05	0.00	104.13	52.06	0.00
08/07/18	985.25	0.05	0.00	0.29	49.26	0.00	285.72
09/07/18	1188.15	0.80	0.10	0.07	950.52	118.82	83.17
10/07/18	1167.25	0.00	0.90	0.00	0.00	1050.53	0.00
11/07/18	1216.25	0.00	0.40	0.00	0.00	486.50	0.00
12/07/18	1254.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/07/18	1267.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/07/18	1149.75	0.10	0.00	0.00	114.98	0.00	0.00
15/07/18	1090.25	0.10	0.00	0.00	109.03	0.00	0.00
16/07/18	1270.50	0.05	0.03	0.00	63.53	38.12	0.00
17/07/18	826.00	0.15	0.00	0.00	123.90	0.00	0.00
18/07/18	602.00	0.10	0.00	0.33	60.20	0.00	198.66
19/07/18	918.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20/07/18	901.25	0.10	0.00	0.00	90.13	0.00	0.00
21/07/18	1023.75	0.10	0.05	0.00	102.38	51.19	0.00
22/07/18	953.75	0.10	0.05	0.00	95.38	47.69	0.00
23/07/18	1064.00	0.10	0.00	0.00	106.40	0.00	0.00
24/07/18	1051.75	0.05	0.00	0.00	52.59	0.00	0.00
25/07/18	1055.25	0.05	0.00	0.00	52.76	0.00	0.00
26/07/18	1067.50	0.10	0.03	0.00	106.75	32.03	0.00
27/07/18	1069.25	0.05	0.00	0.13	53.46	0.00	139.00
28/07/18	1060.50	0.20	0.09	0.00	212.10	95.45	0.00
29/07/18	1078.00	0.05	0.00	0.00	53.90	0.00	0.00
30/07/18	1069.25	0.10	0.05	0.00	106.93	53.46	0.00
31/07/18	1078.00	0.10	0.00	0.32	107.80	0.00	344.96
JUMLAH TOTAL	33426.65				2934.50	2277.51	1051.52

(Sumber: data primer dept. proses PT. Makassar Tene, 2018)

Berdasarkan data gula reject pada produksi bulan juli 2018 dapat diketahui bahwa terdapat 3 kriteria gula reject yaitu diakibatkan oleh tidak lulus *metal detector*, karung robek, dan gula sapuan akibat berceceranya gula pada saat pengisian karung ataupun saat karung robek, berikut rinciannya:

1. Jumlah total produksi pada bulan Juli tahun 2018 adalah 33426,65 ton.
2. Jumlah gula reject yang diakibatkan oleh *metal detector* 2934,50 ton.
3. Jumlah gula *reject* oleh karung robek sebanyak 2277,51 ton.
4. Jumlah gula reject akibat dari hamburan gula (gula sapuan) sebanyak 1051,52 ton.

Adapun persentase gula *reject* dari keseluruhan produksi didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ gula reject} = \frac{\text{Jumlah gula rusak}}{\text{jumlah keseluruhan produksi}} \times 100\%$$

Tabel 4.2 Persentase Gula *Reject*

Jumlah Produksi (Ton)	Jumlah Gula <i>Reject</i> (%)			Total Persen <i>Reject</i>	Total Unit <i>Reject</i>
	<i>Metal Detection</i>	Karung Robek	Sapuan		
33426.65	8.78	6.81	3.15	18.74	6263.52

(Sumber: perhitungan persentase data gula reject, 2018)

Berdasarkan table diatas, diketahui bahwa persentase gula *reject* terbanyak diakibatkan oleh *metal detection* dengan tingkat 8,78%, kemudian disusul oleh *reject* akibat karung robek sebesar 6,81%, dan terakhir *reject* diakibatkan oleh gula sapuan sebesar 3,15%.

4.1.2 Data *Vacuum Pan* (Evaporasi)

Tabel 4.3 Persentase masakan dengan nilai CV tidak memenuhi standar

No	Grade Gula	Keseluruhan Jumlah Masakan Vacuum Pan	Jumlah masakan dengan nilai CV tidak memenuhi	Persentase Ketidaksesuaian nilai CV (%)
1	Halus	766	155	20.23
2	Kasar		26	3.39
TOTAL			181	23.63

(Sumber: rangkuman data primer pada lampiran 2, 2018)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran 2 dengan rumus:

$$\% \text{ ketidaksesuaian nilai CV} = \frac{\text{Jumlah masakan yang tidak sesuai standar CV}}{\text{Jumlah Keseluruhan masakan Vacuum Pan}} \times 100\%$$

Didapatkan hasil seperti tabel diatas yang menunjukkan jumlah serta persentase masakan fondant gula yang nilai CV-nya tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, adapun standar nilai CV yang ditetapkan bagi tiap masakan gula pada *vacuum pan* adalah tidak boleh lebih dari 32 (<32), bila nilai CV lebih dari 32 akibatnya berdampak pada terciptanya *sugar dust* (debu gula).

Pada *Grade* gula halus terdapat 155 masakan yang tidak memenuhi standar nilai CV dengan persentase dari keseluruhan jumlah masakan adalah 20,23% sedangkan pada grade gula kasar terdapat 26 masakan yang tidak memenuhi standar nilai CV dengan persentase dari keseluruhan jumlah masakan adalah 3,39%, total 23,63% masakan tidak memenuhi standar nilai CV.

4.2 Pengolahan Data

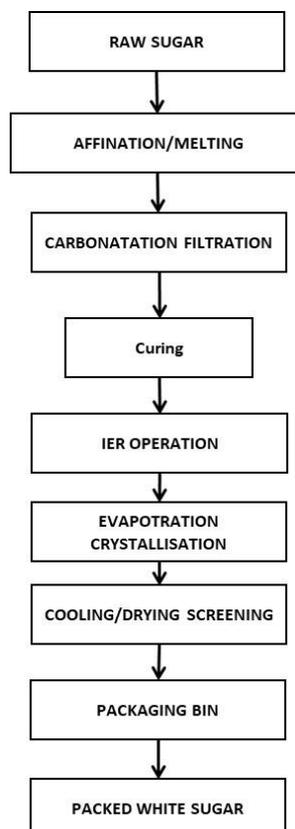
Pada pengolahan data metode FMEA, diagram pareto, dan FTA akan saling terintegrasi pada tiap langkah penerapannya, berikut pemaparannya:

4.2.1 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Untuk menentukan proses yang seharusnya dipilih sebagai konsentrasi perbaikan dalam meningkatkan mutu/kualitas produk gula maka digunakan metode FMEA untuk mengetahui letak risiko kegagalan terbesar dan FTA untuk mengetahui kemungkinan penyebab kegagalan yang terjadi. Terdapat sembilan langkah dalam penerapan metode FMEA sesuai dengan prosedur yang terdapat pada tinjauan pustaka penelitian. berikut tahapannya:

1. Peninjauan proses

Berdasarkan observasi dan wawancara staf departemen produksi dapat diketahui bahwa alur proses pengolahan gula dari berbetuk *raw sugar* hingga menjadi produk jadi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Alur Proses Produksi Gula

2. *Brainstroming* kemungkinan kesalahan

Berikut adalah kemungkinan kesalahan pada tiap tahapan alur proses pengolahan gula rafinasi:

Tabel 4.4 *Potential Failure* Pengolahan Gula Rafinasi

Tahapan Proses	Requirement	Potential Failure Mode
<i>Raw Sugar</i>	Pengangkutan dan pemerataan raw sugar untuk <i>tunnel</i>	<i>raw sugar</i> menumpuk di titik tertentu
Affinasi	Suhu air panas dan steam yang sesuai	suhu air panas tidak tepat 70° C
Karbonatasi	Reaksi sempurna pada karbonator	Terjadi reaksi lanjutan pada karbonator
<i>Curing</i>	<i>Liquor</i> gula yang jernih (<i>fine liquor</i>)	<i>Liquor</i> masih terdapat endapan
IER Operation	Penurunan nilai ICUMSA gula	Nilai ICUMSA masih berada diatas standar
Evaporasi/ Kristalisasi	Kristal gula sesuai standar spesifikasi gula yang ditetapkan oleh departemen <i>quality control</i>	Kristal gula tidak memenuhi standar
<i>Screening</i>	Penyaringan ukuran MA gula sesuai spesifikasi permintaan konsumen	Penyaringan ukuran MA gula tidak sesuai spesifikasi permintaan
<i>Packing Bin</i>	Gula terkemas rapi dan siap disimpan di gudang bahan jadi	Karung gula robek dan tidak lolos <i>metal detector</i> saat telah dikemas
<i>Packed Sugar</i>	Gula tersimpan rapi di tiap Lot penyimpanan sesuai spesifikasi gula	Tumpukan gula amb

(Sumber: tabel RPN lampiran 1, 2018)

3. *Potential Effects of Failure*

setelah daftar kesalahan yang memungkinkan untuk terjadi diketahui maka dimulailah penyusunan dampak dari masing-masing kesalahan bila seandainya kesalahan yang terdaftar dari benar-benar terjadi, sebagai berikut:

Tabel 4.5 *Potential Effects of Failure*

Tahapan Proses	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Occurance</i>
<i>Raw Sugar</i>	<i>raw sugar</i> menumpuk di titik tertentu	4
Affinasi	suhu air panas tidak tepat 70° C	3
Karbonatasi	Terjadi reaksi lanjutan pada karbonator	4
<i>Curing</i>	<i>Liquor</i> masih terdapat endapan	2
<i>IER Operation</i>	Nilai ICUMSA masih berada diatas standar	3
Evaporasi/ Kristalisasi	Kristal gula tidak memenuhi standar	7
<i>Screening</i>	Penyaringan ukuran MA gula tidak sesuai spesifikasi permintaan konsumen	4
<i>Packing Bin</i>	Karung gula robek dan tidak lolos <i>metal detector</i> saat telah dikemas	8
<i>Packed Sugar</i>	Tumpukan gula ambruk	5

(Sumber: tabel RPN lampiran 1, 2018)

4. Menilai tingkat dampak kesalahan (*severity*).

Tingkat dampak kesalahan pada tiap tahapan alur proses diukur dengan menggunakan skoring dari skala 1 sampai 10 sesuai tingkat keparahan bilamana kesalahan/kerusakan terjadi, berikut hasilnya sesuai observasi di departemen proses PT. Makassar Tene:

Tabel 4.6 *Scoring Severity*

Tahapan Proses	Potential Failure Mode	Severity
<i>Raw Sugar</i>	<i>raw sugar</i> menumpuk di titik tertentu	3
Affinasi	suhu air panas tidak tepat 70° C	3
Karbonatasi	Terjadi reaksi lanjutan pada karbonator	3
<i>Curing</i>	<i>Liquor</i> masih terdapat endapan	5
<i>IER Operation</i>	Nilai ICUMSA masih berada diatas standar	6
Evaporasi/ Kristalisasi	Kristal gula tidak memenuhi standar	7
<i>Screening</i>	Penyaringan ukuran MA gula tidak sesuai spesifikasi permintaan konsumen	5
<i>Packing Bin</i>	Karung gula robek dan tidak lolos <i>metal detector</i> saat telah dikemas	7
<i>Packed Sugar</i>	Tumpukan gula ambruk	7

(Sumber: tabel RPN lampiran 1, 2018)

5. Menilai tingkat kemungkinan terjadinya kesalahan (*occurance*).

Tingkat kemungkinan kesalahan pada tiap tahapan alur proses diukur dengan menggunakan skoring dari skala 1 sampai 10 sesuai

tingkat kemungkinan terjadinya kesalahan, berikut hasilnya sesuai observasi dan wawancara staf di departemen proses PT. Makassar Tene:

Tabel 4.7 *Scoring Occurance*

Tahapan Proses	Potential Failure Mode	Occurance
<i>Raw Sugar</i>	<i>raw sugar</i> menumpuk di titik tertentu	4
Affinasi	suhu air panas tidak tepat 70°C	3
Karbonatasi	Terjadi reaksi lanjutan pada karbonator	4
<i>Curing</i>	<i>Liquor</i> masih terdapat endapan	2
<i>IER Operation</i>	Nilai ICUMSA masih berada diatas standar	3
Evaporasi/ Kristalisasi	Kristal gula tidak memenuhi standar	7
<i>Screening</i>	Penyaringan ukuran MA gula tidak sesuai spesifikasi permintaan konsumen	4
<i>Packing Bin</i>	Karung gula robek dan tidak lolos <i>metal detector</i> saat telah dikemas	8
<i>Packed Sugar</i>	Tumpukan gula ambruk	5

(Sumber: tabel RPN lampiran 1, 2018)

6. menilai tingkat kemungkinan terdeteksinya kesalahan (*detectable*).

Tingkat deteksi kesalahan pada tiap tahapan alur proses diukur dengan menggunakan skoring dari skala 1 sampai 10 sesuai tingkat kemudahan identifikasi titik masalah saat terjadi kesalahan pada

tahapan proses tertentu, berikut hasilnya sesuai observasi dan wawancara staf di departemen proses PT. Makassar Tene:

Tabel 4.8 Scoring Detectable

Tahapan Proses	Potential Failure Mode	Detectable
Raw Sugar	raw sugar menumpuk di titik tertentu	2
Affinasi	suhu air panas tidak tepat 70°C	2
Karbonatasi	Terjadi reaksi lanjutan pada karbonator	3
Curing	Liquor masih terdapat endapan	4
IER Operation	Nilai ICUMSA masih berada diatas standar	3
Evaporasi/ Kristalisasi	Kristal gula tidak memenuhi standar	5
Screening	Penyaringan ukuran MA gula tidak sesuai spesifikasi permintaan konsumen	3
Packing Bin	Karung gula robek dan tidak lolos metal detector saat telah dikemas	2
Packed Sugar	Tumpukan gula ambruk	2

(Sumber: tabel RPN lampiran 1, 2018)

7. Penghitungan dan Pengurutan Tingkat Prioritas Risiko (RPN)

Adapun rumus perhitungan RPN yang digunakan adalah sebagai

berikut:

$$RPN = S \times O \times D$$

Dimana:

S : Severity (tingkat Keparahan)

O : *Occurance* (frekuensi terjadinya kerusakan)

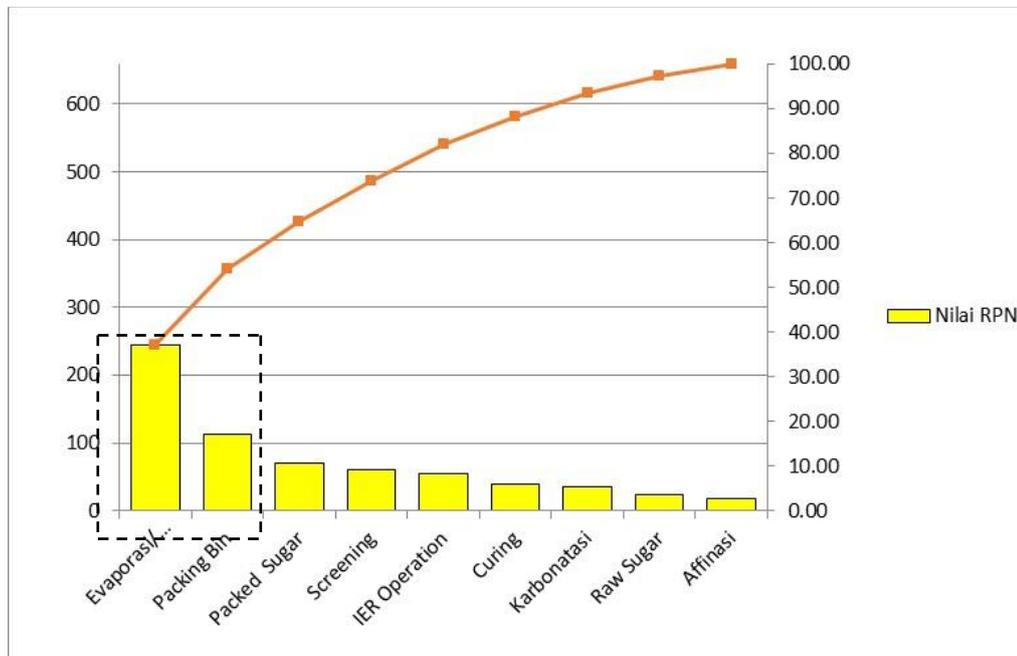
D : *Detectable* (kemungkinan kerusakan terdeteksi)

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Nilai RPN (2 Teratas)

Tahapan Proses	Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Occurance	Detectable	RPN
Evaporasi/ Kristalisasi	Kristal gula sesuai standar spesifikasi gula yang ditetapkan oleh departemen <i>quality control</i>	Kristal gula tidak memenuhi standar	terbentuknya kristal konglomerat, dan ketidaksesuaian standar CV yang mengakibatkan debu gula	7	7	5	245
Packing Bin	Gula terkemas rapi dan siap disimpan di gudang bahan jadi	Karung gula robek dan tidak lolos <i>metal detector</i> saat telah dikemas	Gula tidak dapat disimpan dan perlu mengalami proses pengolahan ulang	7	8	2	112

(Sumber: Ringkasan tabel RPN lampiran 1, 2018)

Berdasarkan perhitungan nilai RPN pada tiap tahapan proses pengolahan gula pada lampiran 2 maka dapat disusun kedalam bentuk diagram pareto sebagai berikut:



Gambar 4.2 Diagram Pareto Perolehan Nilai RPN

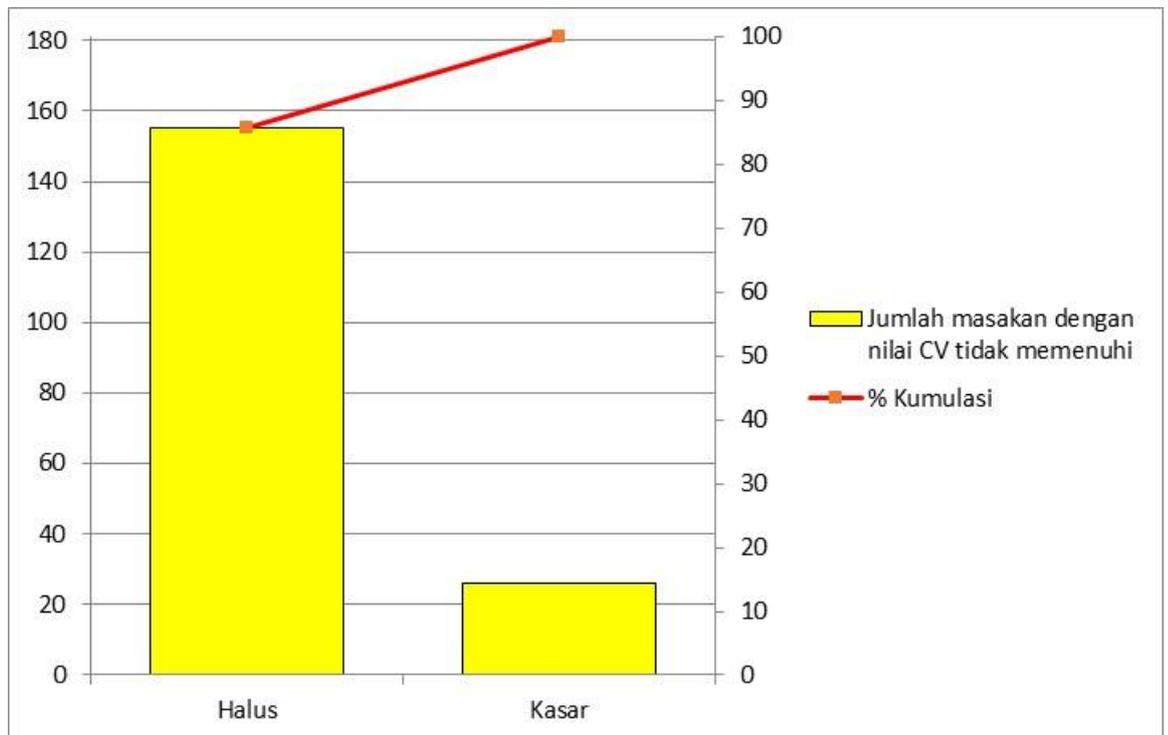
Setelah perhitungan nilai RPN selesai maka dipilihlah 2 tahapan proses yang memiliki nilai RPN tertinggi dengan nilai RPN pada tahapan proses evaporasi sebesar 245 poin, dan pada tahapan proses *packing bin* sebesar 112 poin. Pemilihan ini dimaksudkan untuk memusatkan konsentrasi dalam analisa potensi terjadinya kegagalan pada tahapan proses tersebut.

4.2.2 Diagram Pareto

Setelah tahapan proses terpilih melalui perhitungan nilai RPN menggunakan metode FMEA maka pada tiap tahapan diuraikan jenis masalah yang menjadi penyebab terjadinya risiko kegagalan. berikut hasilnya:

1. Tahapan Evaporasi/kristalisasi

Pada tahapan ini terdapat 2 jenis masalah yang memungkinkan untuk terjadi yaitu terbentuknya kristal raksasa (konglomerat) atau ketidaksesuaian nilai CV. Namun terbentuknya kristal konglomerat sangat jarang terjadi sejak perbaikan metode pencucian vacuum pan dilakukan secara otomatis dan terkontrol pada ruang *control panel*. Jadi, masalah yang menjadi fokus adalah ketidaksesuaian nilai CV pada tiap masakan gula kasar dan gula halus berikut diagram paretonya:



Gambar 4.3 Diagram Pareto Ketidaksesuaian Nilai CV

Diagram Pareto diatas diperoleh berdasarkan hasil perhitungan persentase jumlah masakan dengan nilai CV diatas 32 pada tiap *grade* gula pada bulan Juli tahun 2018 dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ kontribusi cacat pada } grade \text{ gula} = \frac{\text{Jumlah cacat nilai CV pada grade gula}}{\text{Jumlah keseluruhan cacat pada masakan bulan Juli 2018}} \times 100\%$$

Gula halus cenderung lebih rentan mengalami penyimpangan nilai CV dikarenakan memiliki partikel lebih kecil dibandingkan gula kasar sehingga lebih mudah bereaksi dengan partikel gula lain pada saat proses pemasakan berlangsung.

2. Tahapan *Packaging Bin*

Pada tahapan ini terjadi proses pengemasan gula rafinasi ke dalam karung gula, dan jenis masalah yang seringkali terjadi dibagi atas tiga yaitu metal detection, karung robek, dan gula sapuan, berikut diagram paretonya:

Gambar 4.4 Diagram Pareto Persentase Jenis Masalah

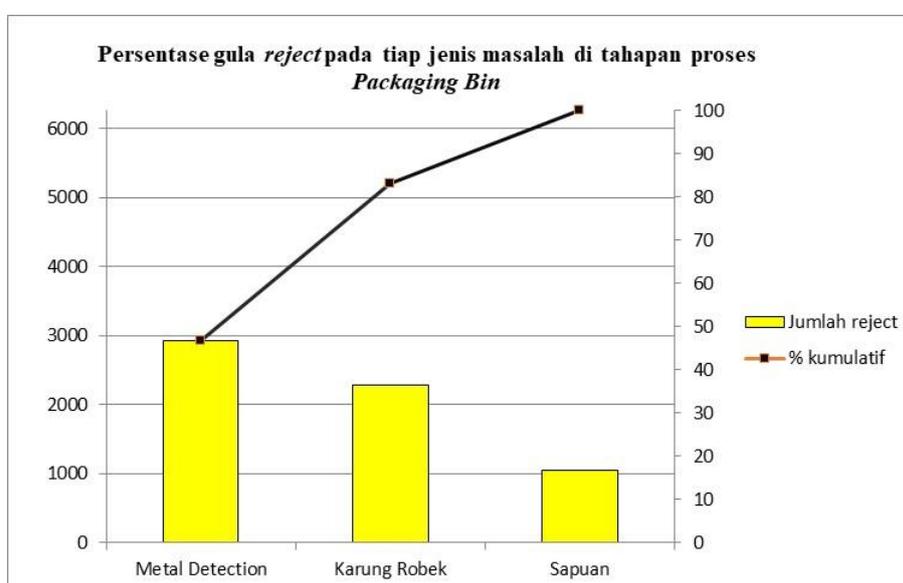


Diagram Pareto diatas diperoleh berdasarkan hasil perhitungan persentase jumlah gula *reject* pada data rekapitulasi gula *reject* bulan Juli tahun 2018 menggunakan rumus:

$$\% \text{gula reject per penyebab masalah} = \frac{\text{Jumlah gula reject per penyebab masalah}}{\text{Jumlah keseluruhan gula reject}} \times 100\%$$

Penyebab paling sering gula *reject* adalah *metal detection*, dikarenakan kurang ketatnya pelaksanaan SOP di tahap *packaging bin*,

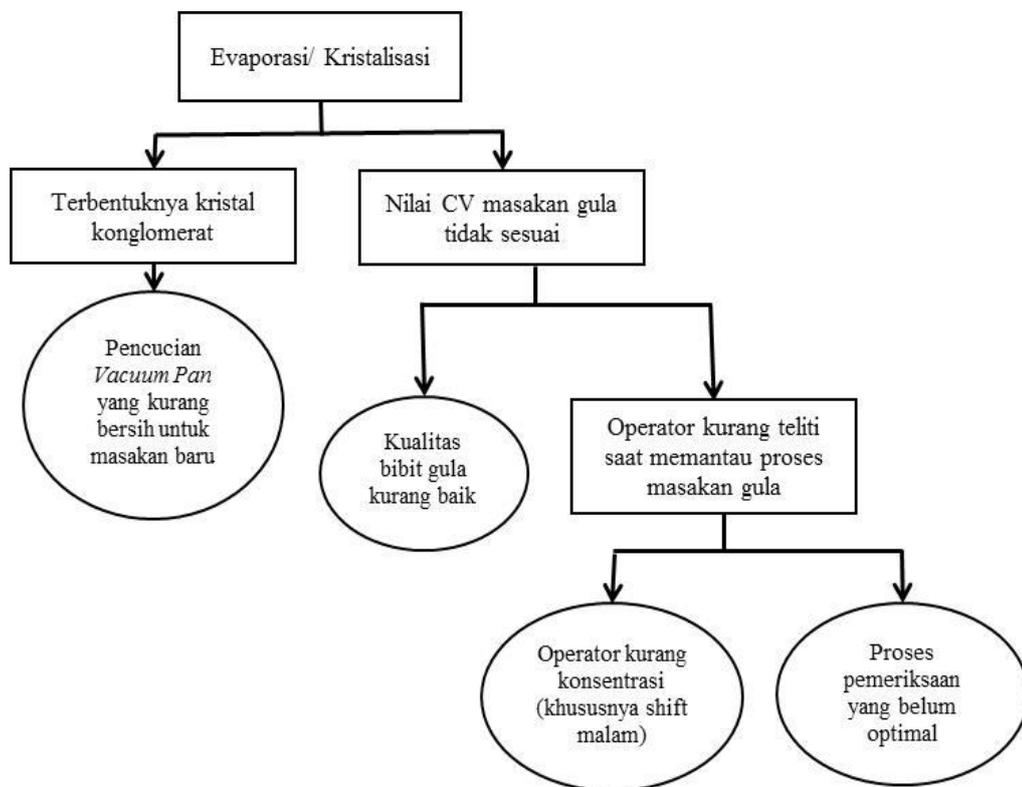
kurangnya penerapan kebersihan, hingga terkontaminasinya material *raw sugar* sebagai bahan dasar pembuatan gula rafinasi.

4.2.3 FTA(*Failure Tree Analysis*)

Terpilihnya kedua tahapan proses diatas kemudian dijabarkan kedalam potensi risiko yang terjadi di masing masing tahapan proses menggunakan metode FTA, berikut tahapan penerapan FTA:

1. Tahapan proses Evaporasi/kristalisasi

Pada proses pemasakan di tahap evaporasi/kristalisasi menggunakan *vacuum pan*, didapatkan bahwa sumber-sumber penyebab masalah yang sering timbul adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5 FTA Tahap Proses Evaporasi/Kristalisasi

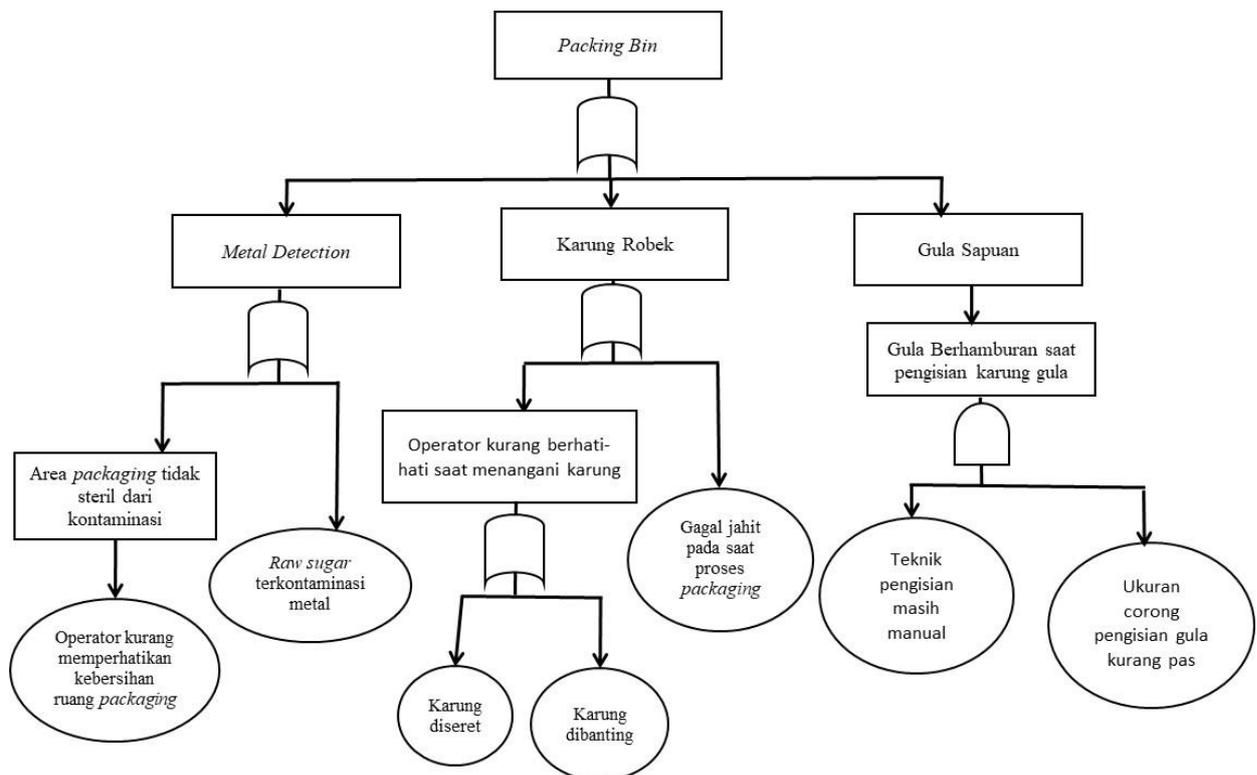
Berdasarkan gambar 4.3 diatas data diketahui bahwa ada tahapan proses evaporasi/kristalisasi terdapat beberapa penyebab timbulnya gangguan kualitas pada hasil masakan gula rafinasi di *vacuum pan*, berikut pemaparannya:

- a. Terbentuknya Kristal konglomerat diakibatkan oleh pencucian *vacuum pan* untuk proses masakan adonan baru tidak terlalu bersih, sehingga pada saat proses pemasakan berlangsung pembentukan kristal gula terpengaruh dengan sisa gula pada masakan sebelumnya, kristal-kristal gula saling mengikat dan menciptakan kristal dengan ukuran MA yang tidak sesuai dari standar yang telah ditetapkan sebelumnya.
- b. Nilai CV pada masakan gula yang tidak sesuai dtandar dapat diakibatkan oleh kualitas resin yang kurang baik ataupun disebabkan oleh kurangnya ketelitian operator pada saat masakan gula berlangsung pada *vacuum pan*. Namun karena resin tidak lagi diproduksi secara manual melainkan diimpor dari Jerman dengan kualitas yang relative baik maka penyebab utama dari ketidaksesuaian nilai CV adalah kurang telitinya operator pada saat proses masakan berlangsung, seperti kurang konsentrasi (khususnya operator shift malam) ataupun dikarenakan proses pemeriksaan yang berlangsung belum sepenuhnya optimal (operator tidak standby di area control,

operator bersenda gurau dengan rekan kerja, dan pemeriksaan masih secara manual melalui *checking tube*).

2. Tahapan Proses *Packaging Bin*

Pada proses pengemasan gula di tahap *packaging bin* menggunakan karung *polypropylene* oleh operator didapatkan bahwa sumber-sumber penyebab masalah yang sering timbul adalah sebagai berikut:



Gambar 4.6 FTA Tahap Proses *Packaging Bin*

Berdasarkan gambar 4.4 diatas data diketahui bahwa ada tahapan proses *packaging bin* terdapat beberapa penyebab timbulnya gangguan kualitas gula, berikut pemaparannya:

- a. Karung robek dibebakan oleh 2 faktor, yaitu gagal jahit atau operator kurang berhati-hati dalam menangani karung yang telah diisi oleh gula rafinasi seperti dibanting dan diseret.
- b. *Metal detection*, adalah kondisi dimana ada karung gula yang telah diisi dan terjahit terdeteksi metal pada saat melalui *metal detector*, biasanya disebabkan oleh kontaminasi *raw sugar* di tahap awal dan ruang *packaging* yang tidak steril dari benda-benda asing akibat kelalaian operator yang kurang memperhatikan SOP serta kurang menjaga kebersihan ruang *packaging*
- c. Gula sapuan, adalah serpihan butiran-butiran gula yang berhambur dilantai produksi dikarenakan kurang rapinya proses pengemasan atau faktor lain seperti kurang pasnya corong pengisian gula rafinasi dengan mulut karung saat pengisian secara manual dilakukan oleh operator.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode FMEA dengan melihat nilai RPN dapat diketahui bahwa tahapan proses dengan nilai RPN terbesar hingga terkecil berturut-turut adalah tahap evaporasi/kristalisasi dengan RPN 245 poin, tahap *packing bin* dengan RPN 112 poin, tahap *packed sugar* dengan RPN 70 poin, tahap *screening* dengan RPN 60 poin, tahap *IER operation* dengan RPN 54 poin, tahap karbonatasi dengan RPN 36 poin, tahap *raw sugar* dengan RPN 24 poin, dan tahap affinasi dengan RPN 18 poin. Maka diambil 2 tahapan dengan nilai RPN tertinggi yaitu tahap evaporasi/kristalisasi dan tahap *packing bin*.

5.2 Diagram Pareto

Berdasarkan tahapan proses yang telah terpilih menggunakan metode FMEA sebelumnya, bila diuraikan lagi pada tiap tahapan memiliki serangkaian masalah yang kerap kali terjadi. Pada tahap inilah digunakan diagram Pareto sebagai alat bantu untuk menentukan prioritas jenis kerusakan dari yang paling tinggi ke terendah, berikut uraiannya:

1. Tahap Evaporasi/Kristalisasi

Adapun pada tahap evaporasi/kristalisasi jenis kerusakan terbagi atas 2 jenis yaitu pembentukan kristal konglomerat dan ketidaksesuaian nilai CV, namun kasus kristal konglomerat sangat jarang terjadi sehingga penyimpangan nilai CV pada jenis gula halus

dengan 155 penyimpangan (85,63% dari total kerusakan) menjadi fokus masalah.

2. Tahap *Packaging Bin*

Pada tahap *packing bin*, diagram pareto menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis masalah yang kerap kali terjadi yaitu *metal detection* sebesar 2934 unit (46,85% dari total kerusakan), karung robek sebesar 2278 unit (36,36% dari total kerusakan), dan gula sapan sebesar 1051 unit (16,79% dari total kerusakan).

5.3 FTA (*Fault Tree Analysis*)

Setelah persentase dan jenis kerusakan telah diketahui melalui penerapan diagram pareto, selanjutnya penerapan metode FTA ditujukan untuk mendeteksi akar penyebab terjadinya masalah, berikut uraiannya:

1. Tahap evaporasi/Kristalisasi

Adapun pada tahap evaporasi ketidaksesuaian nilai CV pada masakan gula terjadi umumnya dikarenakan kualitas bibit gula yang kurang baik atau operator yang kurang teliti saat memantau proses masakan gula. Kualitas bibit gula yang buruk cenderung jarang terjadi semenjak PT Makassar Tene berhenti memproduksi bibit gula secara manual dan mengimpor bibit gula dari Jerman. Sedangkan kurangnya ketelitian operator biasanya diakibatkan oleh operator yang kurang konsentrasi khususnya yang bertugas pada *shift* malam, serta proses pemeriksaan hasil masakan yang masih secara manual melalui *checking tube*.

2. Tahap *Packaging Bin*

Pada tahap *packaging bin*, kerusakan *metal detection* biasanya terjadi akibat kontaminasi metal di tahap awal, yaitu *raw sugar*, namun yang paling sering diakibatkan oleh tidak sterilnya ruang pengemasan dari kontaminasi karena operator kurang memperhatikan kebersihan ruang *packaging*. Karung robek biasanya disebabkan oleh dua hal, yaitu operator yang kurang berhati-hati saat menangani karung gula seperti dibanting atau diseret berulang-ulang atau gagal jahit pada saat karung memasuki tahap jahit di mesin jahit otomatis menggunakan *belt conveyor*, sedangkan gula sapan diakibatkan oleh gula yang berhamburan pada saat proses pengisian karung gula dikarenakan teknik pengisian gula yang masih manual oleh operator jadi pengisian terputus-putus antar satu karung dengan karung lainnya dan corong pengisian gula yang kurang pas dari segi desain yang memungkinkan gula berhamburan pada saat proses pengisian karung gula berlangsung.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang diperoleh dari PT. Makassar Tene, serta pembahasan mengenai analisis penyebab terjadinya penurunan kualitas gula dengan menggunakan metode FMEA dan FTA, maka penulis mengambil kesimpulan dari hasil pembahasan bahwa:

1. Pada metode FMEA, 2 tahapan proses yang memiliki risiko kegagalan tinggi adalah tahap proses evaporasi/kristalisasi dengan perolehan nilai RPN 245 poin kemudian dengan tahap pengemasan di *packaging bin* dengan perolehan nilai RPN 112 poin.
2. Pada penerapan metode FTA, penyebab dasar (*basic causes*) dari timbulnya masalah/kegagalan adalah:
 - a) Tahapan Evaporasi/kristalisasi
 - 1) Proses pemeriksaan dan pemantauan masakan gula yang belum optimal (belum sepenuhnya otomatis).
 - 2) Kurangnya ketelitian operator pada saat proses masakan gula berlangsung, mencakup suhu masakan, lama masakan, serta pemantauan melalui *control panel*.
 - b) Tahap *Packaging Bin*
 - 1) Kurangnya penerapan prosedur SOP
 - 2) Kurangnya penerapan kebersihan
 - 3) Penanganan karung yang tidak hati-hati (dibanting dan diseret)

- 4) Gagal jahit pada karung.
- 5) Proses dan teknik pengisian gula rafinasi yang masih dilakukan secara manual oleh operator.
- 6) Kurangnya ketatnya pengawasan kualitas material *raw sugar* untuk mencegah kontaminasi.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Ditingkatkannya kedisiplinan operator dari segi pemantauan dan pengawasan kualitas produk gula baik di proses masakan gula pada tahap evaporasi/kristalisasi maupun di proses pengemasan di *packaging bin*.
2. Pemberian asupan gizi dan latihan fisik untuk meningkatkan ketahanan fisik operator pada saat menjalankan tugasnya, khususnya yang bekeja pada *shift* malam di departemen proses yang memiliki suhu ruangan yang relatif tinggi akibat dari aktivitas mesin produksi.
3. Memperketat tahapan pengawasan kualitas gula melalui peningkatan sarana dan fasilitas seperti penambahan *metal detector* pada bagian *raw sugar* sebelum mulai memasuki tahap pengolahan dan penambahan pada bagian *screening* sebelum tahap pengemasan.
4. Merubah teknik pengecekan kristal gula dan pengisian karung gula dari manual ke *full* otomatis

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, R.A. dan Foster, J. 2004. *Measuring Health Inequality Using Qualitative Data*. *Jurnal of Health Economics*, Vol. 23:505-524.
- Ansori, Munib (2017, 14 Desember). *Proyeksi Kebutuhan Gula 3,6 Juta Ton di 2018*. Dikutip pada tanggal 25 November 2018. *Harian ekonomi Neraca*: <http://www.neraca.co.id/article/94360/proyeksi-kebutuhan-gula-industri-36-juta-ton-di-2018>
- Arief, Muhtosim. 2007. *Pemasaran Jasa dan Kualitas Pelayanan*. Malang: Banyumedia Publishing
- Haris, Muhammad. 2015. *Kajian Manajemen Fault Tree Analysis (FTA)*. Dikutip pada tanggal 2 Desember 2018. Website: <http://muh-haris.blogspot.com/2015/10/kajian-manajemen-fault-tree-analysis-fta.html?m=1>
- Heizer, Jay dan Render, Barry. 2005. *Operations Management Volume 7*. Jakarta: Salemba Empat
- Herjanto, Eddy. 2015. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta: Gradinso
- Kotler, Philip. 2005. *Manajemen Pemasaran, Edisi 11, Jilid 1 dan 2 Pemasaran*. Jakarta: PT. Indeks
- Leo, J Susilo. dan Kaho, Victor Riwu. 2010. *Manajemen Risiko berbasis ISO 31000 untuk industri non perbankan*. Jakarta: PPM
- Priyanta, Dwi. 2000. *Keandalan dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- R.K, Widiyantoko. 2018. *Gula Rafinasi : Gulanya Industri Pangan*. Dikutip pada tanggal 24 Februari 2018. Website: <https://lordbroken.wordpress.com/2018/03/29/gula-rafinasi-gulanya-industri-pangan/>
- Sinambela, Lijan Poltak. 2010. *Reformasi Pelayanan Publik*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Sudirto (3 Desember 2018). *Panduan Pelaksanaan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Keselamatan Pasien Rumah Sakit Umum Curup*. Dikutip pada tanggal 27 November 2018. Website: RSUD Curup: <http://rsud.rejanglebongkab.go.id/2018/12/03/panduan-pelaksanaan->

failure-mode-and-effect-analysis-fmea-keselamatan-pasien-rumah-sakit-
umum-curup/

Tjiptono, Fandy. 2005. *Prinsip-prinsip Total Quality Service*. Yogyakarta: Andi

Tjiptono, Fandy dan Diana, Anastasia. 2003. *Total Quality Management*.
Yogyakarta: Andi

Widjanarka, Wijaya. 2006. *Teknik Digital*. Jakarta: Erlangga

LAMPIRAN

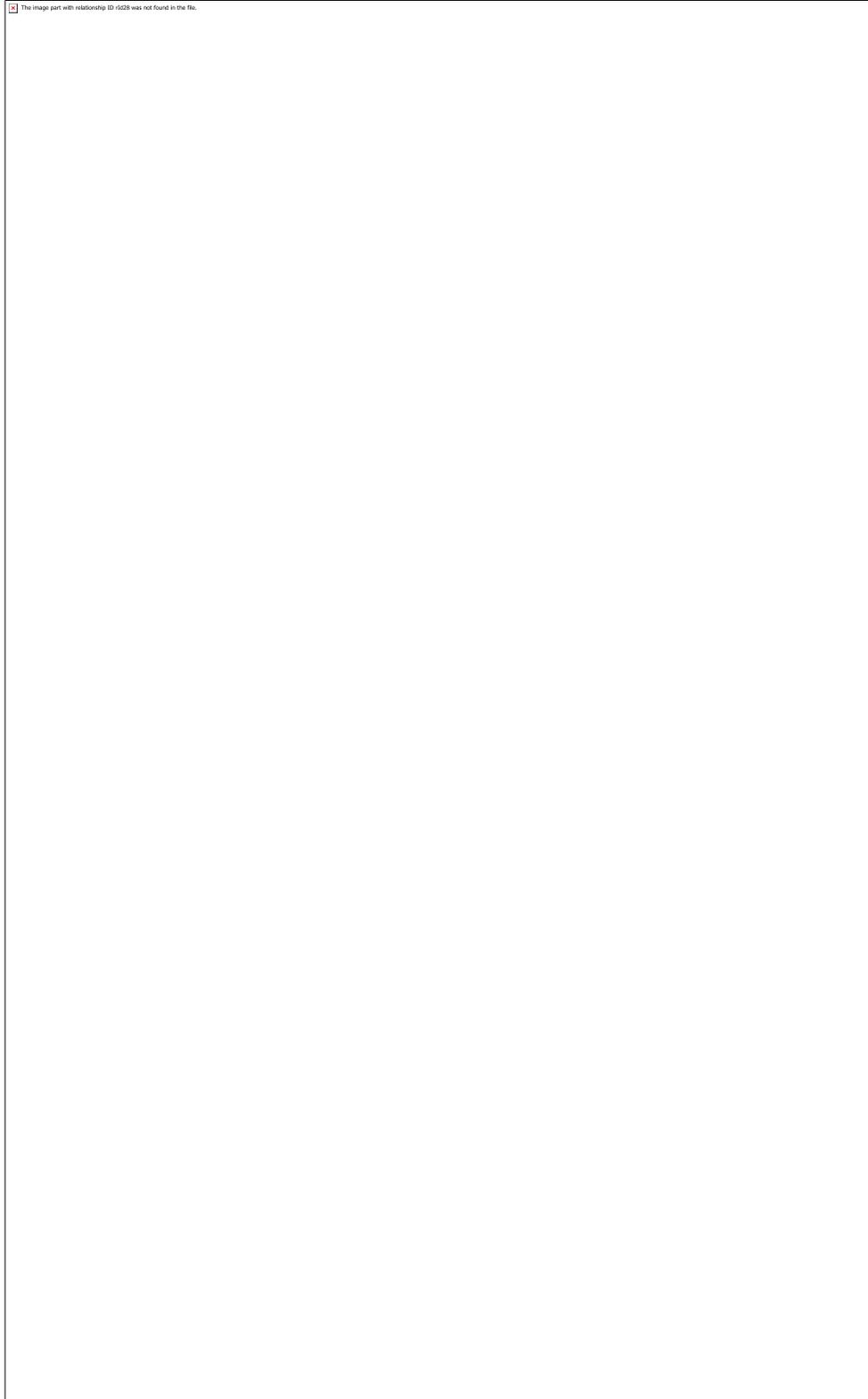
Lampiran 1

Tahapan Proses	Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) of Failure	Current Process		Severity	Occurance	Detectable	RPN
					Control Prevention	Control Detection				
Raw Sugar	Pengangkutan dan pemerataan raw sugar untuk tunnel	raw sugar menumpuk di titik tertentu	raw sugar pada conveyor tidak merata pembagiannya	Kekurangan operator loader untuk pemerataan raw sugar, operator lupa membuka tunnel conveyor	memastikan ketersediaan operator dan kesiapan loader	Control Panel	3	4	2	24
Affinasi	Suhu air panas dan steam yang sesuai	suhu air panas tidak tepat 70° C	proses melting raw sugar dan decolorisasi tidak berjalan optimal	Kelalaian operator control panel	Operator selalu standby di area control panel saat proses affinasi berlangsung	Control Panel	3	3	2	18
Karbonatasi	Reaksi sempurna pada karbonator	Terjadi reaksi lanjutan pada karbonator	proses reaksi terjadi karbonatasi lebih lama dari seharusnya	Kelalaian operator control panel berhubungan dengan retention time, pH liquor menurun	Operator selalu standby di area control panel saat proses karbonatasi berlangsung	Control Panel	3	4	3	36
Curing	Liquor gula yang jernih (fine liquor)	Liquor masih terdapat endapan	Liquor belum dapat dikristalkan	Candle filter dan press filter belum diganti	Penggantian secara berkala Candle filter dan Press filter	Visual dan check sheet pemakaian filter	5	2	4	40
IER Operation	Penurunan nilai ICUMSA gula	Nilai ICUMSA masih berada diatas standar	nilai ICUMSA yang masih relatif tinggi dan proses kristalisasi pada vacuum pan tidak berjalan optimal	Kualitas Resin yang kurang baik, jumlah NaCL sebagai reagent yang tidak sesuai porsinya	Pengecekan kualitas Resin dan ketersediaan NaCL	Control Panel	6	3	3	54
Evaporasi/ Kristalisasi	Kristal gula sesuai standar spesifikasi gula yang ditetapkan oleh departemen quality control	Kristal gula tidak memenuhi standar	terbentuknya kristal konglomerat, dan ketidaksesuaian standar CV yang mengakibatkan debu gula	Waktu pemasakan gula yang kurang tepat, pembersihan vacuum pan untuk masakan baru yang kurang baik	Operator mengecek kondisi kristal gula secara manual melalui tube vacuum pan	Visual	7	7	5	245
Screening	Penyaringan ukuran MA gula sesuai spesifikasi permintaan konsumen	Penyaringan ukuran MA gula tidak sesuai spesifikasi permintaan konsumen	Ukuran kristal bercampur	tapisan pada talang goyang rusak	Penggantian tapisan yang telah rusak	Visual	5	4	3	60
Packing Bin	Gula terkemas rapi dan siap disimpan di gudang bahan jadi	Karung gula robek dan tidak lolos metal detector saat telah dikemas	Gula tidak dapat disimpan dan perlu mengalami proses pengolahan ulang	kondisi karung gula yang gagal jahit atau robek, penanganan karung gula yang kurang baik, butiran gula berhamburan saat packaging, hingga kontaminasi logam	Pengecekan sebelum penggunaan karung pada packing bin, penggunaan sarung tangan, jas lab, dan masker bagi operator	Visual	7	8	2	112
Packed Sugar	Gula tersimpan rapi di tiap Lot penyimpanan sesuai spesifikasi gula	Tumpukan gula ambruk	Gula tidak dapat disimpan dan perlu mengalami proses pengolahan ulang	penanganan yang kurang baik saat bongkar muat tumpukan untuk pemuatan pada container	Sistem Lot tumpukan kaki 3 dan kaki 4, mengikat tumpukan dengan belt	Visual	7	5	2	70

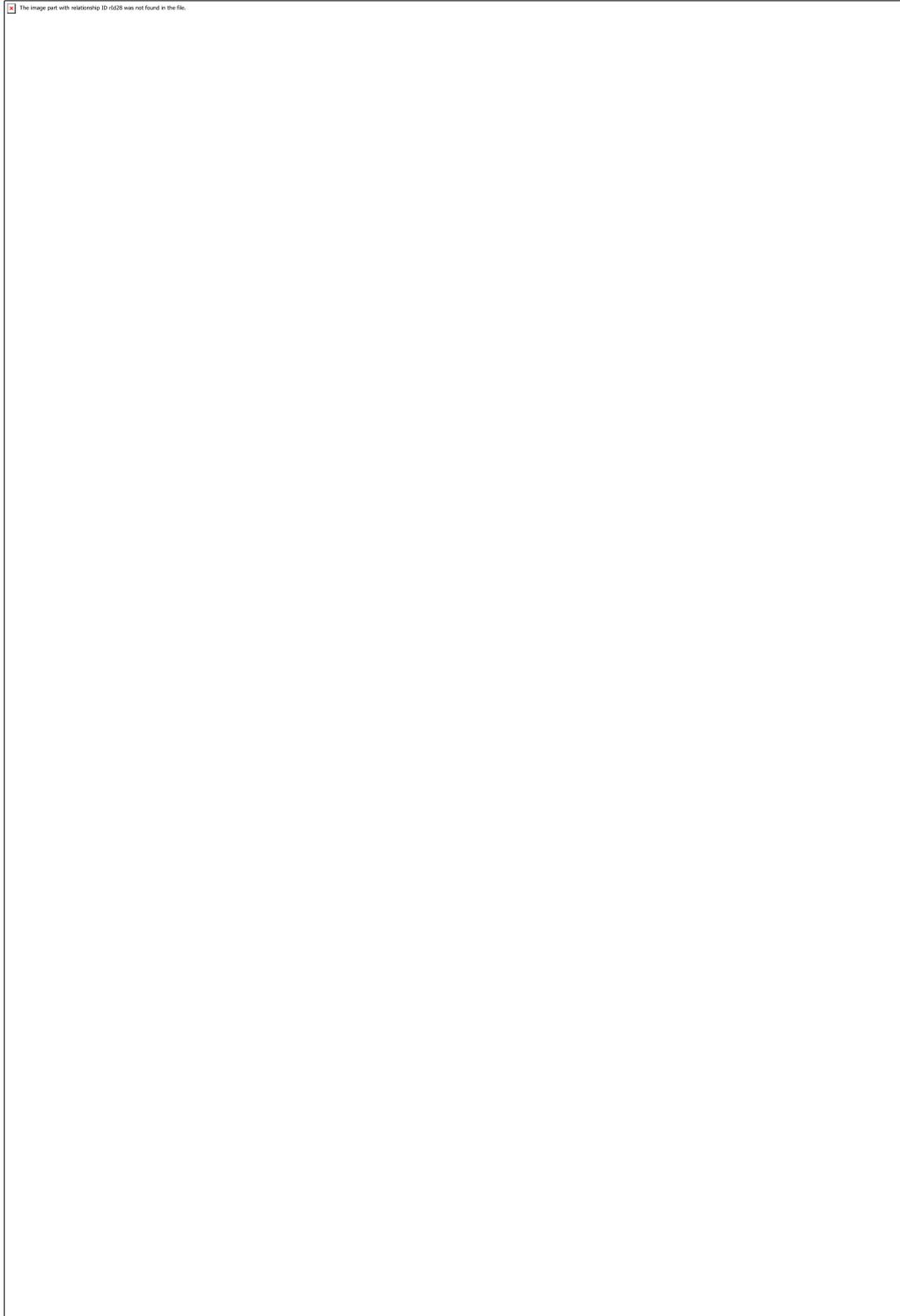
Tabel Data Perhitungan RPN kemungkinan pada alur proses PT. Makassar Tene
(Sumber: skoring dan perhitungan dari hasil observasi dan wawancara staff, 2018)

Lampiran 2

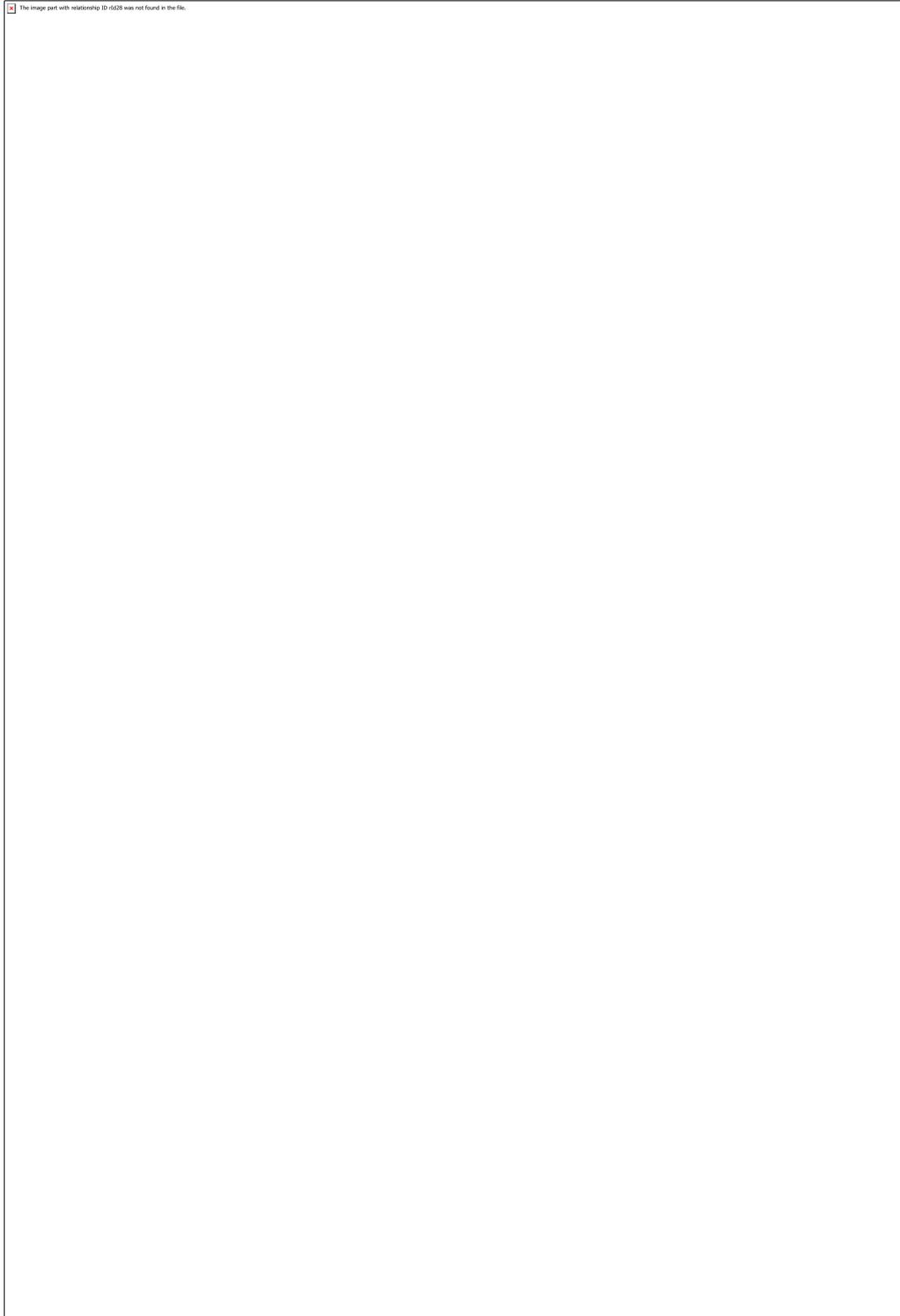
Tabel Rekapitulasi Masakan Vacuum Pan bulan Juli 2018

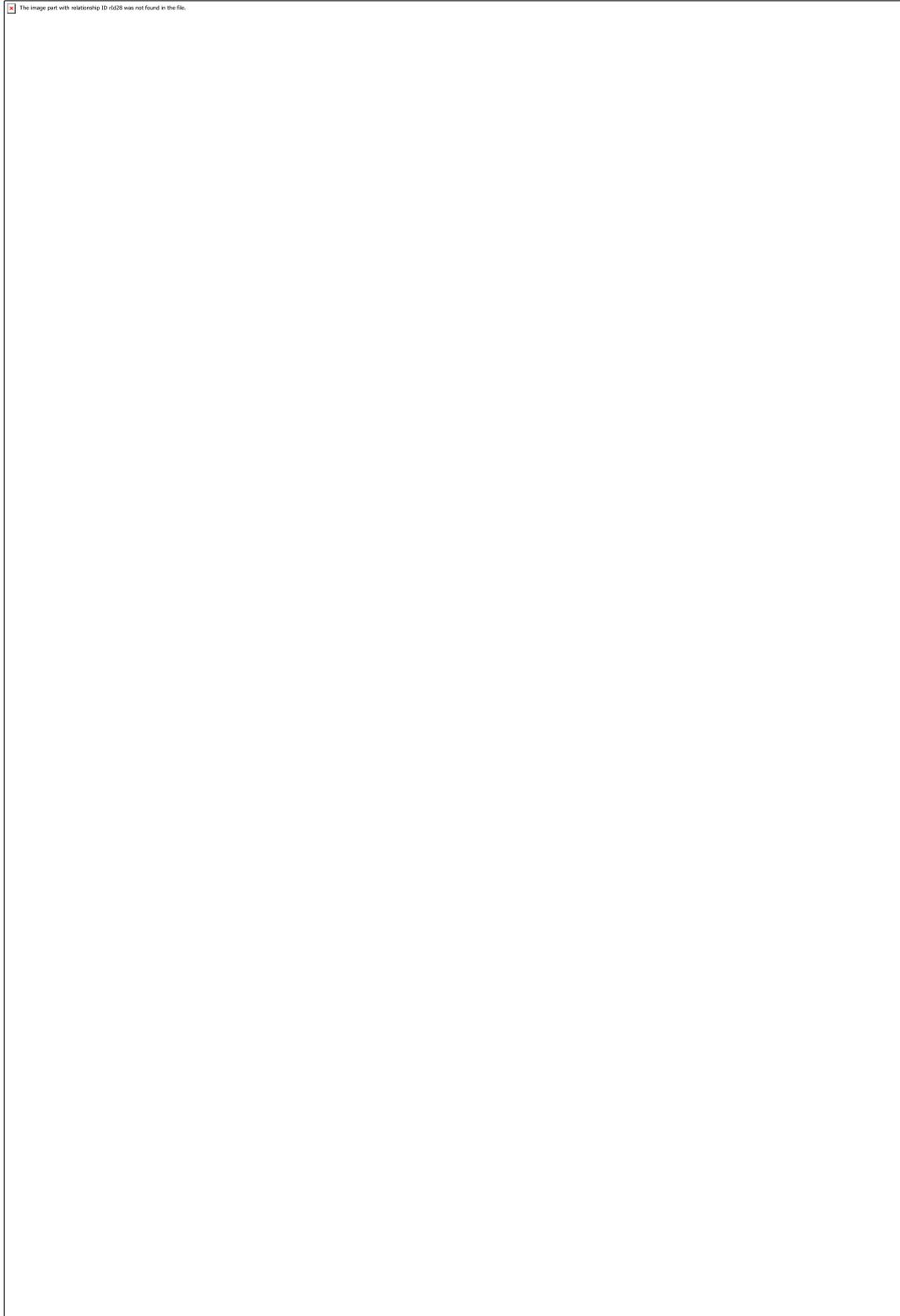


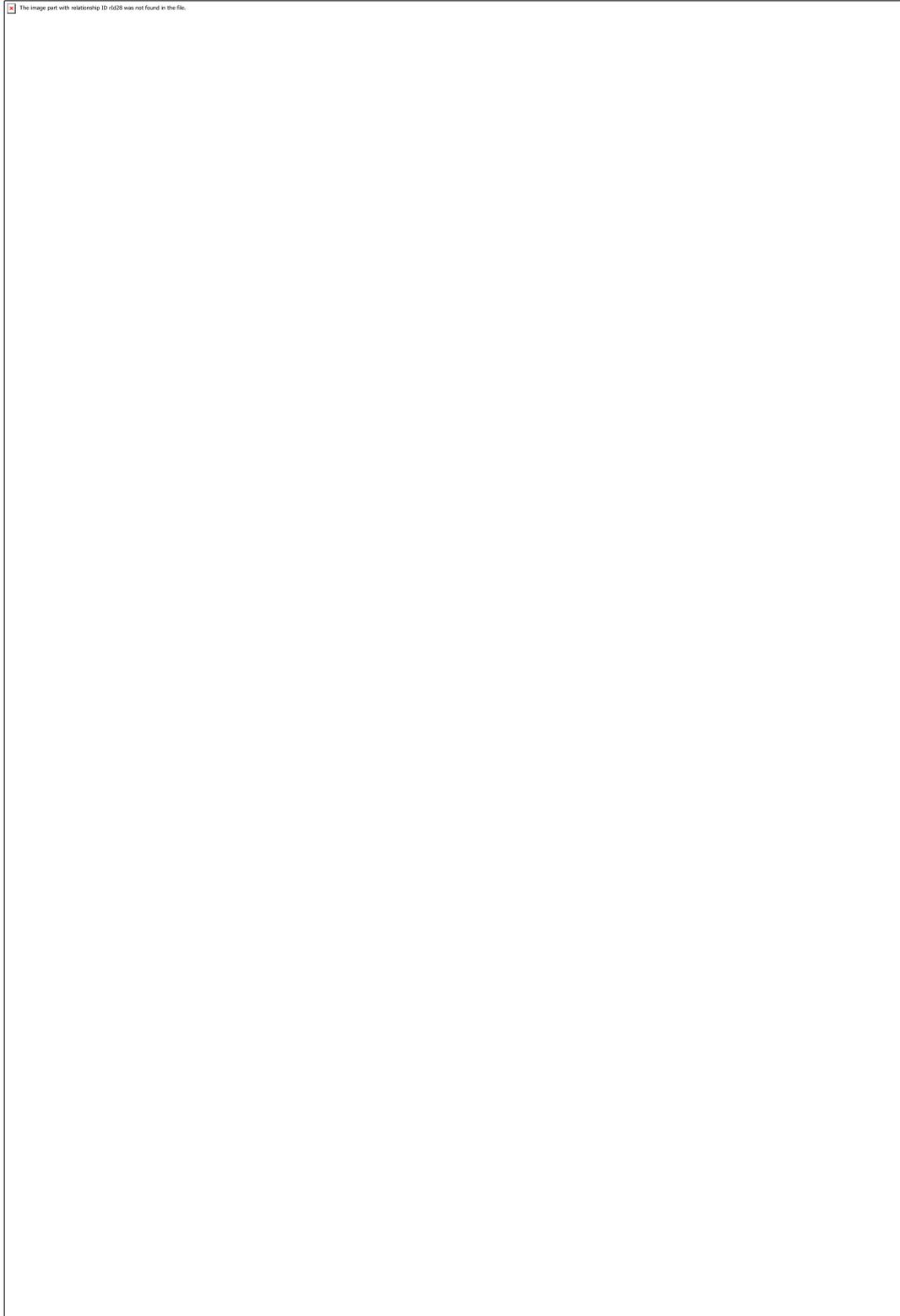
The image part with relationship ID r628 was not found in the file.



 The image part with relationship ID r1628 was not found in the file.



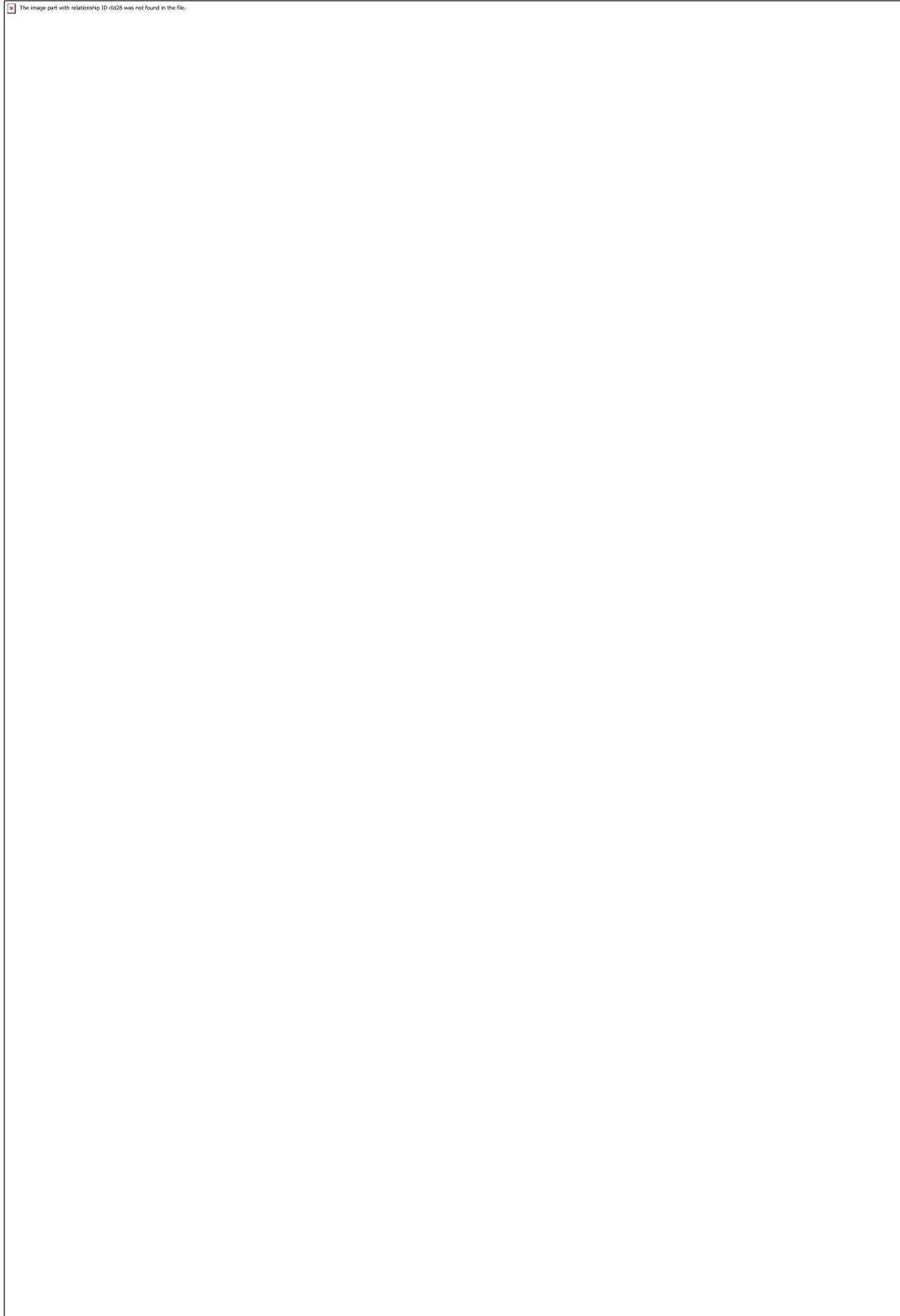


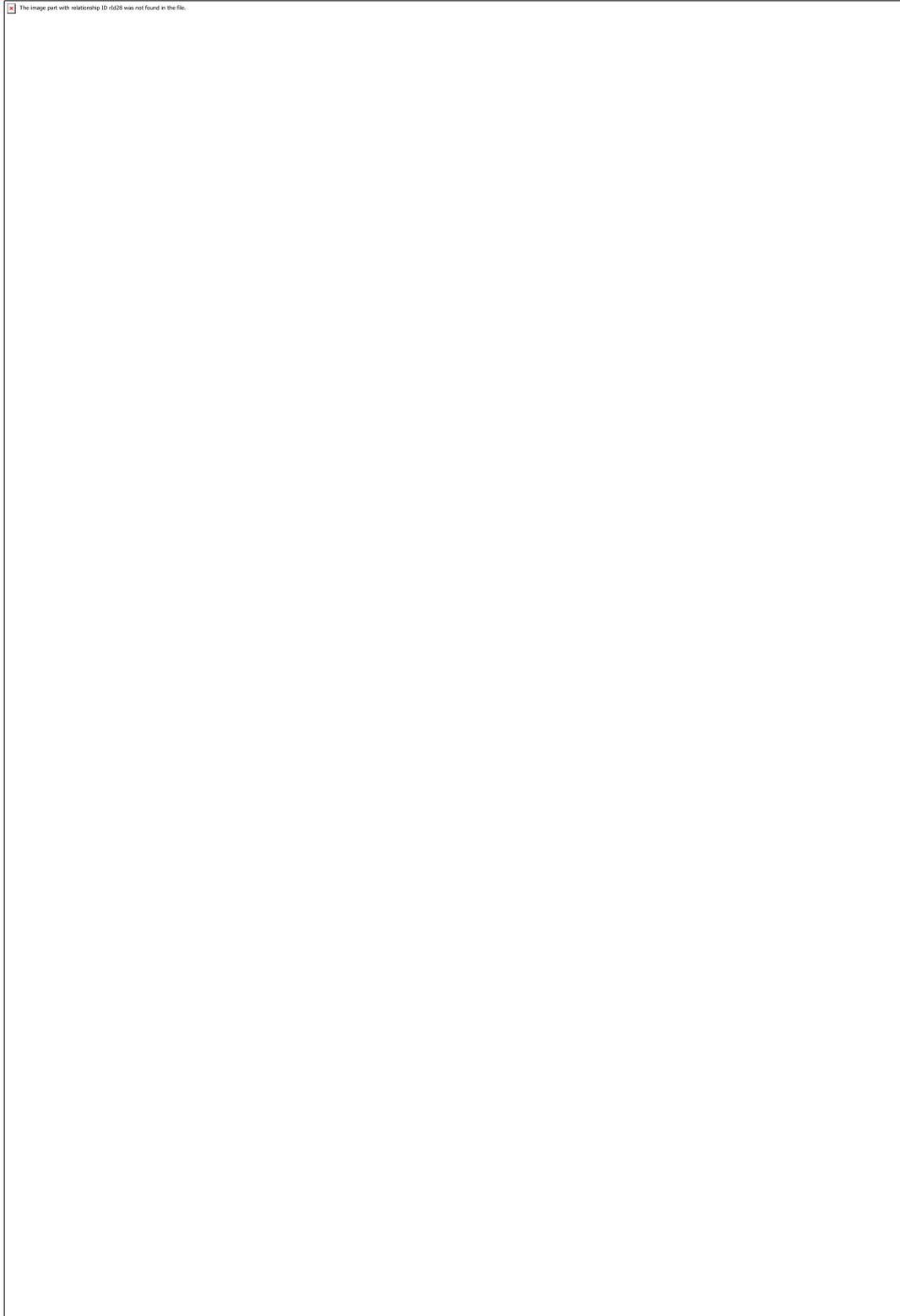


 The image part with relationship ID r1628 was not found in the file.

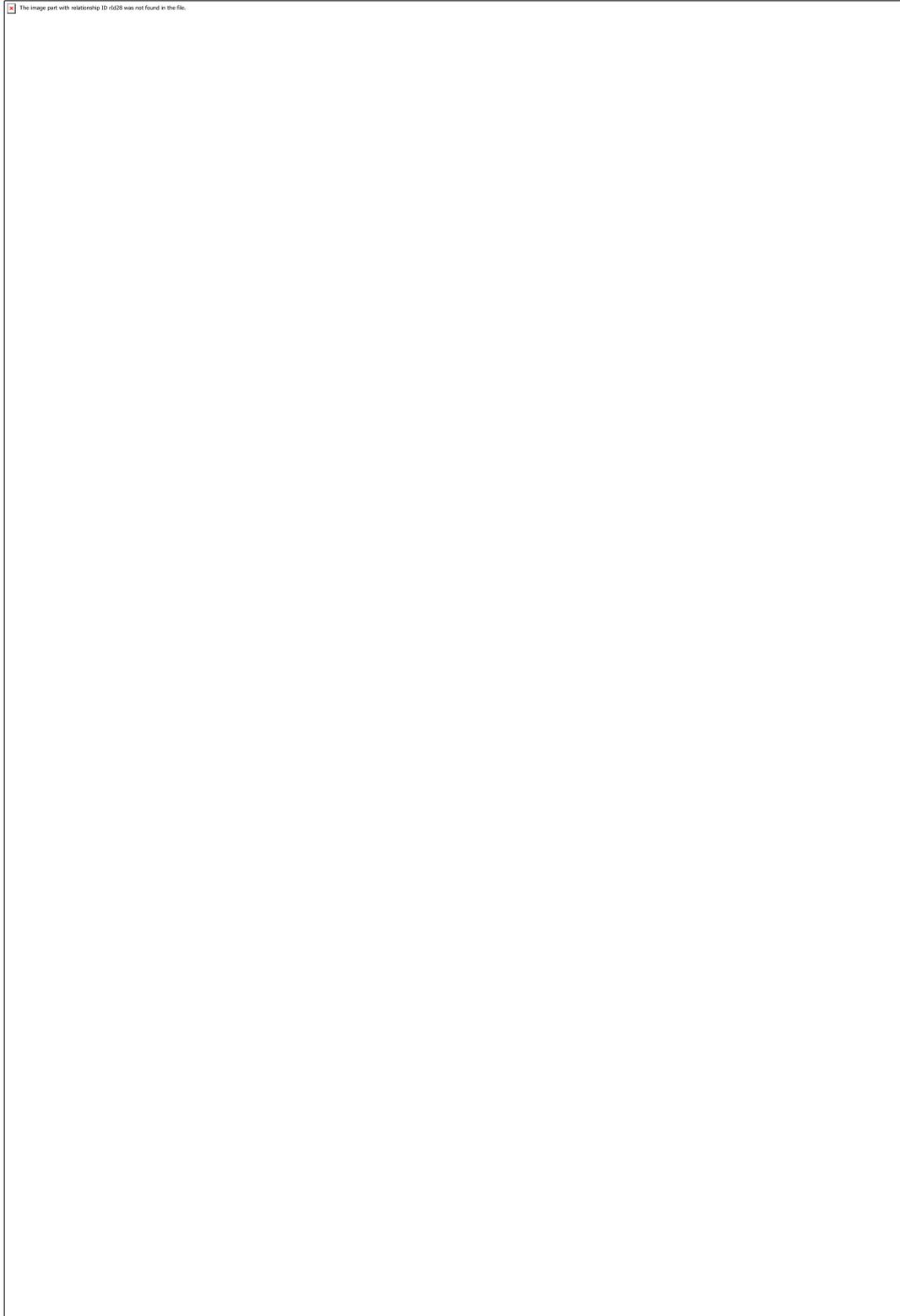
 The image part with relationship ID r1628 was not found in the file.

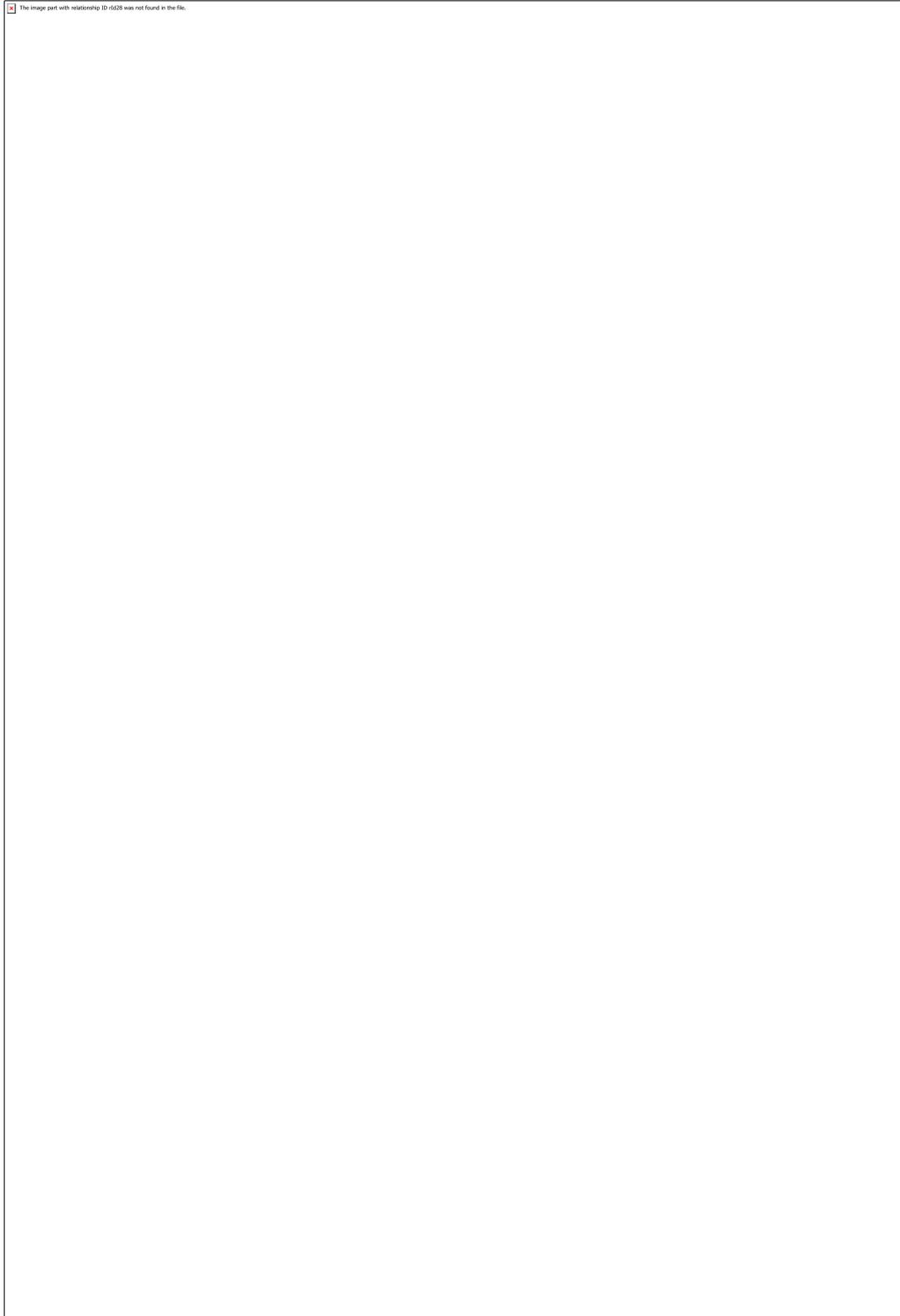
 The image part with relationship ID r1628 was not found in the file.



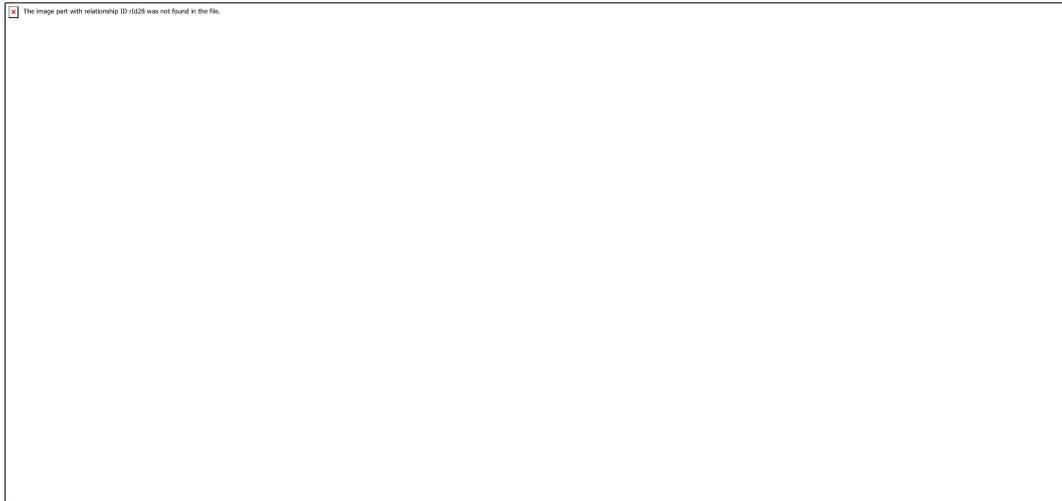


 The image part with relationship ID r1628 was not found in the file.





 The image part with relationship ID r1628 was not found in the file.



(Sumber: data primer masakan *vacuum pan* dept. proses, 2018)