

Bab II

Tinjauan Pustaka

2.1 Kualitas

2.1.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan kesuksesan suatu perusahaan. Dikatakan kualitas sangat penting karena tentunya konsumen menginginkan produk dan jasa dengan kualitas/mutu yang terbaik (Handayani, 2018). Jika kualitas dari suatu produk menurun, membuat kepuasan dari konsumen akan menurun juga. Menurut Crosby (1979), kualitas merupakan hasil dari suatu produk yang memenuhi standar, sehingga suatu produk dapat dikatakan baik jika memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh suatu perusahaan. Standar kualitas meliputi proses produksi, bahan baku yang diterima, dan produk jadi. Kualitas juga dapat diartikan sebagai kesesuaian dalam menggunakan produk untuk memenuhi kepuasan pelanggan (Juran dan Godfrey, 1998). Kemudian cara untuk mengelola kualitas berdasarkan Trilogi Juran adalah perencanaan mutu (*quality planning*), pengendalian mutu (*quality control*), dan perbaikan serta peningkatan mutu (*quality improvement*).

Untuk menentukan sejauh mana kualitas produk, terdapat delapan dimensi produk yang dapat digunakan sebagai acuan. Menurut Garvin (1988), berikut adalah delapan dimensi kualitas produk untuk menganalisis atribut kualitas produk yaitu *performance*/performa, *feature*/tampilan, *reliability*/keandalan, *conformance*/konfirmasi, *durability*/daya tahan, *serviceability*/kemampuan pelayanan, *aesthetics*/estetika, *perceived quality*/kualitas yang dipersepsikan. *Performance* merupakan ciri utama yang menjadi pertimbangan konsumen ketika ingin membeli suatu produk dan hal ini berkaitan dengan fungsi utama produk. *Feature* adalah karakteristik yang tujuannya untuk memperluas fungsi dasar dari suatu produk. *Reliability* merupakan sebuah karakteristik yang mengacu pada kemampuan produk untuk menjalankan tugasnya dalam kondisi tertentu dan selama periode waktu tertentu.

Conformance merupakan karakteristik yang berkaitan dengan cara sebuah produk memenuhi spesifikasi tertentu, yaitu fitur desain produk dan standar kualitas

yang ditetapkan sesuai dengan permintaan pelanggan. *Durability* merupakan karakteristik yang berkaitan dengan ukuran daya tahan produk dapat bertahan untuk dapat digunakan. *Serviceability* adalah karakteristik yang terkait dengan kecepatan, akurasi, dan kemudahan perbaikan yang maksimum.

Aesthetics adalah suatu karakteristik yang berkaitan dengan tampilan dan terasa serta penilaian tersebut berkaitan dengan pertimbangan pribadi yang bersifat subjektif. *Perceived quality* merupakan karakteristik yang dihasilkan dari persepsi pelanggan terhadap kualitas suatu produk dan bersifat subjektif. Jadi bisa saja persepsi tersebut karena harga, reputasi, merek, dan lain-lain, dikarenakan kurangnya pengetahuan pembeli tentang ciri-ciri produk yang dibeli.

2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Menurut Baum (2001, dalam Nasution dkk., 2017) terdapat 9 faktor yang dapat mempengaruhi kualitas atau dikenal dengan 9M yaitu pasar (*market*), modal (*Money*), Manajemen (*Management*), Sumber Daya Manusia (*Man*), Motivasi (*Motivation*), Bahan Baku (*Matherial*), Mesin (*Machine*), Mekanisasi (*Mechanization*), Metode Informasi Modern (*Modern Information Method*), Persyaratan Proses Produksi (*Mounting Product Requirement*). Faktor modal dikatakan berpengaruh terhadap kualitas karena perusahaan harus mempunyai modal yang cukup untuk menghasilkan suatu produk dengan kualitas yang bagus. Modal tersebut dapat digunakan seperti untuk membeli bahan baku dengan kualitas yang bagus, melakukan perawatan mesin maupun perbaikan mesin yang rusak, dan lain-lain. Faktor orang dikatakan dapat mempengaruhi kualitas dari suatu produk karena orang yang berperan langsung dalam proses produksi. Jika mempunyai *skill* yang kurang, tidak teliti atau ceroboh dalam melakukan sesuatu, akan mempengaruhi kualitas dari produk tersebut. Oleh karena itu, harus diberi pelatihan agar lebih mampu menguasai *skill*, selain itu juga manusia perlu mendapatkan motivasi agar semangat dalam bekerja.

Kemudian faktor bahan baku adalah aspek yang sangat penting dalam mempengaruhi mutu suatu produk. Perusahaan harus memperhatikan hal yang berhubungan dengan bahan baku seperti penerimaan, pembelian, dan penyimpanan bahan baku. Jika bahan baku yang diterima jelek, masa simpan sudah *expired*, atau

berbeda dengan yang diminta, kualitas produk juga akan menjadi terpengaruh. Selain itu mesin dan peralatan juga dapat mempengaruhi kualitas produk. Peralatan yang kurang lengkap dan mesin yang sudah lama digunakan akan menyebabkan menurunnya kualitas dari suatu produk dan bahkan dapat menyebabkan ditemukannya banyak produk *defect*.

2.2 Pengendalian Kualitas

2.2.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Sangat penting bagi sebuah perusahaan guna memeriksa produk yang diproduksi, apakah kualitas produk tersebut sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan atau masih belum sesuai. Pengendalian kualitas mempunyai beberapa arti menurut para ahli. Menurut Montgomery (2005), pengendalian kualitas adalah kegiatan teknik dan manajemen, yang mengukur karakteristik kualitas suatu produk terhadap spesifikasi atau persyaratan yang telah ditentukan sebelumnya dan mengambil tindakan perbaikan yang tepat ketika terdapat perbedaan antara produk yang aktual dengan standar yang telah ditentukan. Menurut Ahyari (2000, dalam Elmas, 2017), pengendalian kualitas juga dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang ditujukan untuk menjaga dan mengendalikan agar kualitas produk yang dihasilkan dapat terjaga sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Oleh karena itu, pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang ditujukan untuk menjaga dan memperbaiki mutu produk yang dihasilkan, agar dapat memenuhi permintaan konsumen dan dapat sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Sehingga, perusahaan harus dapat menjaga dan memperbaiki kualitas jika terdapat produk yang cacat, tentunya dengan biaya yang sama atau bahkan lebih rendah, agar produk tersebut dapat dijual kepada pelanggan dengan harga yang tidak terlalu tinggi.

2.2.2 Tools Of Quality

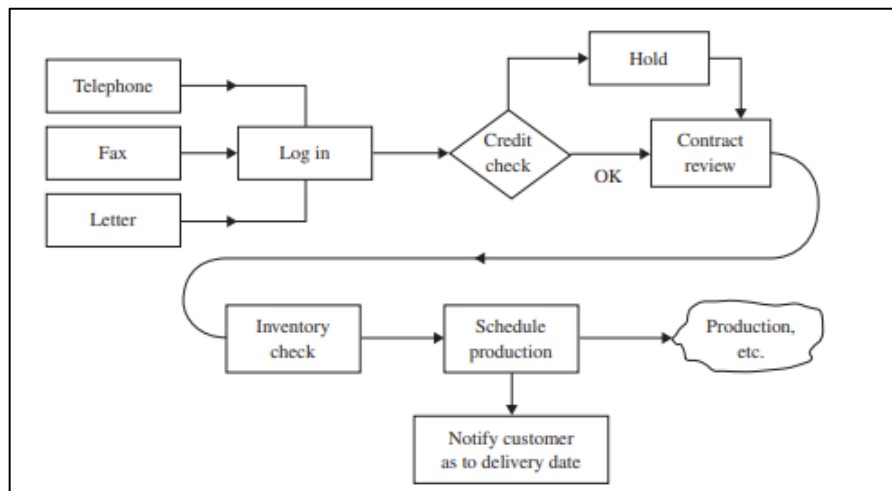
Menurut Jaharuddin dkk., (2019), pengendalian kualitas dapat didukung oleh beberapa alat bantu statistik yaitu *check sheet* (daftar periksa) dan *process flow chart* (diagram alir). *Check sheet* (daftar periksa) adalah alat dalam *quality* yang

bertujuan untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel. Selain itu lembar pemeriksaan juga bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan jumlah total produk serta jenis dan jumlah cacat sehingga dapat diambil keputusan untuk dilakukan perbaikan. Contoh check sheet/lembar pemeriksaan ditunjukkan pada gambar 2.1:

Tabel 2. 1 Contoh *check sheet*

No	Jumlah Produksi	Jenis Cacat		Jumlah Cacat
		Berlubang	<i>Sobek</i> Salah warna	
1	3	v	v	2
2				
3		v		

Setelah itu juga terdapat alat bantu statistik yaitu *process flow chart* (diagram alir proses) yang bertujuan untuk menggambarkan urutan/tahapan dalam sebuah proses atau operasi dan digambarkan dalam bentuk kotak, oval, dan garis yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Contoh diagram alir (besterfield dkk, 2012)

2.2.3 Tujuan Pengendalian Kualitas

Pada umumnya, semua perusahaan pasti menginginkan respons yang baik

dari pelanggan. Untuk mendapatkan respons yang baik dari pelanggan, tentunya perusahaan harus dapat menjaga kualitas agar sesuai dengan standar. Ada beberapa tujuan pengendalian kualitas yaitu agar konsumen dapat merasa puas dengan produk yang diproduksi oleh perusahaan dan berusaha menekan biaya produksi menjadi serendah mungkin. Kemudian pengendalian kualitas juga dapat bertujuan untuk mengetahui apakah semuanya berjalan sesuai dengan rencana dan untuk mengetahui apakah sesuatu telah bekerja secara efisien dan efektif ataukah belum, atau mungkin masih dalam proses perbaikan (Assauri, 1999). Menurut Montgomery (2005), tujuan pengendalian kualitas adalah untuk menganalisis dengan cepat alasan mengapa produk tidak memenuhi standar yang ditentukan, sehingga tindakan pembetulan dapat diambil sebelum terlalu banyak produk yang tidak memenuhi standar produk. Oleh karena itu, tujuan pengendalian kualitas adalah untuk menganalisis penyebab produk yang tidak sesuai standar dan untuk memperbaiki produk yang tidak memenuhi standar tersebut. Kemudian juga menjaga atau meningkatkan kualitas dari sebuah produk sesuai dengan standar sehingga pelanggan dapat puas dengan produk tersebut. Untuk dapat mencapai semua tujuan di atas, perusahaan perlu mempunyai sistem manajemen mutu ISO 9001:2015.

2.3 Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2015

2.3.1 Pengertian Sistem Manajemen Mutu

ISO 9001:2015 merupakan standar manajemen mutu internasional yang dapat diterapkan di suatu organisasi atau perusahaan. ISO 9001:2015 merupakan pengembangan standar nasional sistem manajemen mutu edisi ke empat dan versi terbaru dari sistem manajemen mutu. Menurut Efansyah dan Nugraha (2019), sistem manajemen mutu merupakan bagian dari keseluruhan sistem manajemen yang berkembang dan berfokus pada masalah mutu. Menurut Gaspersz (2002), sistem manajemen mutu adalah kumpulan prosedur yang terdokumentasi yang bertujuan untuk memastikan kesesuaian proses dan hasil, sehingga dari kesesuaian tersebut dapat memenuhi harapan pelanggan. Penerapan sistem manajemen mutu bertujuan untuk membantu perusahaan meningkatkan kualitas secara keseluruhan baik dari sisi barang, bahan baku, dan lain-lain. Sehingga jika ingin meningkatkan

kualitas, memenuhi kepuasan pelanggan, dan meminimalkan *defect*, akan berfokus pada perbaikan terus menerus. Salah satu metode yang bertujuan memberikan solusi untuk meningkatkan kualitas dan meminimalisir *defect* adalah metode *six sigma*.

2.3.2 Prinsip Sistem Manajemen Mutu

Manajemen mutu adalah salah satu hal terpenting dalam ISO 9001:2015. Menurut Tricker (1997), prinsip manajemen mutu ISO 9001:2015 adalah sebagai berikut *customer focus, leadership, engagement of people, process approach, improvement, evidence based decision making, relationship management*. Prinsip manajemen mutu pertama adalah *customer focus* yang berfokus pada pemenuhan kebutuhan pelanggan dan peningkatan kepuasan pelanggan. Tentunya untuk mencapai dan meningkatkan kepuasan pelanggan tersebut, harus menggunakan sumber daya yang lebih baik dan melakukan perbaikan mutu secara terus menerus. Kemudian yang kedua adalah *leadership*/kepemimpinan. Pemimpin dalam suatu perusahaan pasti akan terlibat dalam keberlangsungan sistem manajemen mutu, karena pemimpin membangun tujuan yang ingin dicapai bersama. Tanpa adanya kepemimpinan yang kuat, manajemen mutu bisa saja menjadi gagal, karena tidak adanya dukungan dan arahan yang tepat. Prinsip manajemen mutu yang ketiga adalah *engagement of people*. Suatu manajemen mutu akan berjalan dengan efektif dan efisien, apabila suatu perusahaan mempunyai karyawan yang kompeten dalam melakukan suatu pekerjaan. Karyawan yang kompeten akan mudah dalam bekerja sama untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Kemudian yang keempat adalah *process approach*. Manajemen mutu terdiri dari berbagai proses yang saling berhubungan dan harus adanya pendekatan antar proses. Dengan adanya pendekatan proses, dapat secara konsisten menciptakan hasil lebih efektif dan efisien.

Selanjutnya, prinsip manajemen mutu yang kelima adalah *improvement*. Perusahaan ingin selalu mempertahankan kinerja dan kualitas saat ini untuk terus bersaing dengan perusahaan lain dan menciptakan peluang baru. Sehingga, perusahaan harus terus melakukan perbaikan baik dari sistem maupun kualitas. Prinsip manajemen mutu yang berikutnya adalah *evidence based decision making*

atau pengambilan keputusan berbasis bukti. Keputusan berdasarkan analisis dan evaluasi informasi tambahan, dapat memungkinkan tercapainya hasil yang diinginkan. Keputusan berdasarkan analisis data harus didasarkan pada fakta maupun bukti. Bukti dapat dikumpulkan dengan melakukan observasi langsung di lapangan, mengukur data, dan menerapkan metode pengumpulan data yang sesuai. Prinsip yang terakhir adalah *relationship management*. Hubungan manajemen dengan semua pihak, baik internal eksternal perusahaan. Untuk pihak eksternal seperti pemasok, pelanggan, dan subkontrak. Hubungan timbal balik yang baik antara perusahaan dengan pihak eksternal akan membantu dalam mempermudah dalam penyediaan dan pengiriman barang serta dalam penerimaan produk.

2.4 Six Sigma

2.4.1 Pengertian Six Sigma

Six sigma terdiri dari dua kata yaitu *six* dan *sigma*, di mana *six* berarti enam dan *sigma* adalah standar deviasi sebagai salah satu ukuran sebar data dalam ilmu statistik. Terdapat beberapa pengertian *six sigma*, pertama yaitu menurut Pande dkk., (2000), *six sigma* adalah metode fleksibel yang ditujukan untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan usaha. Metode *six sigma* sendiri didasarkan pada kebutuhan pelanggan dan menggunakan fakta, data, dan analisis statistik. Sederhananya, *six sigma* merupakan proses dengan tingkat kecacatan sebesar 0,00034% atau 3,4 unit cacat dalam satu juta unit produksi untuk setiap bisnis produk baik barang maupun jasa, atau yang biasa dikenal dengan DPMO (*Defect Per Million Opportunity*). Semakin tinggi nilai sigma, semakin sedikit kesalahan yang akan dialami, karena sudah menunjukkan bahwa proses tersebut sudah sesuai standar. Kemudian menurut American Society of quality, *six sigma* merupakan sebuah alat yang digunakan oleh perusahaan dalam meningkatkan kemampuan proses bisnis. Peningkatan kinerja proses mengurangi cacat dan meningkatkan kualitas produk. Sehingga *six sigma* dapat diartikan sebagai suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi cacat dan mengendalikan kualitas dengan 3,4 unit cacat dalam satu juta unit produksi untuk suatu produk, selain itu juga bertujuan dalam memenuhi kepuasan pelanggan.

2.4.2 Tahapan dalam Six Sigma

Six sigma mencakup lima tahapan untuk mengimplementasikan pengendalian kualitas yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improve, and Control*). Berikut adalah 5 tahapan dalam *six sigma* (Gaspersz, 2002):

1. *Define*

Define adalah tahapan pertama dari metode *six sigma*. Pada tahap *define* ini akan dilakukan identifikasi jenis dan jumlah *defect* produk.

2. *Measure*

Measure adalah tahap kedua dalam *six sigma*. Dalam tahap *measure* ini tingkat cacat dari suatu produk dapat diukur. Pada tahap *measure*, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan yaitu mengumpulkan informasi melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada level proses serta *output*, dan mengukur kinerja saat ini atau *current performance* pada level proses serta *output*. Pengukuran tersebut dapat dihitung menggunakan pengukuran DPMO dan nilai sigma. Nilai DPMO dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$DPMO = \left(\frac{\text{Number of defect}}{\text{Number of opportuniess} \times \text{Number of unit}} \right) \times 1.000.000 \dots \dots \dots (2.1)$$

Perhitungan DPMO digunakan untuk mengetahui seberapa besar kecacatan yang terjadi pada produk. Nilai DPMO tersebut akan digunakan dalam mencari nilai level sigma. Semakin tinggi level sigma, semakin baik kualitasnya. Berikut merupakan perhitungan untuk level sigma menggunakan Microsoft Excel:

$$\text{Level Sigma} = \text{normsinv} \left((1.000.000 - DPMO) / 1.000.000 \right) + 1.5 \dots \dots \dots (2.2)$$

3. *Analyze*

Analyze merupakan tahapan ketiga dalam *six sigma*. Dalam tahapan *analyze*, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan yaitu mengidentifikasi akar penyebab terjadinya kegagalan atau kecacatan dari suatu produk. Mengidentifikasi akar penyebab terjadinya kegagalan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA).

4. *Improve*

Improve adalah tahapan keempat dalam *six sigma*. Setelah akar penyebab masalah kualitas diidentifikasi, maka perlu adanya rencana tindakan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas (Gasperz, 2002). Rencana tindakan perbaikan yang akan diimplementasikan harus dievaluasi untuk melihat apakah dapat menurunkan jumlah DPMO dan mencapai nilai sigma yang lebih tinggi.

5. *Control*

Control adalah tahapan terakhir dalam *six sigma*. Pada tahapan ini, dilakukannya dokumentasi untuk membuktikan usulan telah menghasilkan hasil yang bagus dan prosedur distandarisasikan sebagai pedoman standar. Tahap ini dilakukan dengan melakukan pengawasan secara terus-menerus untuk menjaga proses produksi tetap konsisten dan agar ke depannya ketika ada masalah yang muncul dapat segera dicegah.

2.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

2.5.1 Pengertian FMEA

Dalam menganalisis suatu penyebab kegagalan pada suatu produk dapat dianalisis menggunakan salah satu metode yaitu FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Metode FMEA sendiri merupakan sebuah metode untuk menganalisis penyebab kegagalan dan apakah kegagalan tersebut mempengaruhi kinerja produk. Selain itu menurut Stamatis (2015), FMEA merupakan salah satu metode dalam manajemen risiko, yang dimulai dengan analisis penyebab kegagalan, akibat dari kegagalan, memprioritaskan, dan menghilangkan sumber potensi kegagalan dalam suatu proses sebelum barang tersebut sampai kepada konsumen. Tujuan menggunakan metode FMEA adalah meningkatkan mutu dari suatu produk karena dapat mengidentifikasi risiko sehingga dapat mencegah dan mengurangi kegagalan yang mungkin terjadi, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan mengurangi waktu dan biaya tambahan.

2.5.2 *Input dan Output* dari FMEA

Input dan Output FMEA sebagai pendekatan analisis terstruktur. Menurut Tang (2022), terdapat *input* dari FMEA yaitu spesifikasi produk, layanan, dan atau proses. Kemudian standar dan prosedur yang berkaitan harus ada. Standar dan prosedur tersebut digunakan untuk mengevaluasi potensi kegagalan dan merekomendasikan tindakan pencegahan. Prosedur FMEA dan kriteria yang telah ditetapkan untuk kasus tertentu harus ada. Masalah kualitas masa lalu merupakan sebuah referensi penting. Selain *input* juga terdapat *output* pada FMEA (Tang, 2022). Berikut merupakan *output* dari FMEA yaitu semua mode kegagalan yang mungkin dari suatu produk, layanan, atau proses. Kemudian nilai peringkat yang ditetapkan untuk tingkat *severity*, *occurance*, *detection*, dan nilai nomor prioritas risiko/*Risk Priority Number* (RPN) dari setiap mode kegagalan. Tabel lembar kerja yang berisi input dan output FMEA ditunjukkan pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Tabel FMEA

Deskripsi proses	Requir ement	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Potential S Cause of Failure	Potential O	Failure Control	R D P N	Action
------------------	-----------------	------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	----------------	--------------------	---------------	--------

Selain *input* dan *ouput* FMEA, ada juga langkah-langkah dalam FMEA yaitu sebagai berikut:

- Melakukan wawancara terhadap pihak yang bersangkutan seperti operator dan *foreman*
- Membuat dan menganalisis *failure mode*/potensi kegagalan untuk setiap proses yang ada
- Membuat daftar penyebab dari potensi kesalahan untuk setiap proses yang ada
- Membuat daftar akibat/dampak yang akan terjadi dari potensi kesalahan yang ada.
- Memasukkan angka 1-10 pada kolom *severity* sesuai dengan tingkat parahnya dampak yang ditimbulkan.

- Memasukkan angka 1-10 pada kolom *occurance* sesuai dengan seberapa sering potensi kesalahan tersebut terjadi.
- Memasukkan angka 1-10 pada kolom *detection* sesuai dengan apakah potensi kesalahan yang terjadi dapat mudah dideteksi atau susah dideteksi
- Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan mengalikan antara nilai *severity*, *occurance*, *detection*.
- Mengurutkan nilai RPN dari yang tertinggi hingga yang paling rendah. RPN yang mempunyai nilai tinggi harus segera ditangani.
- Memberikan *action plan* pada saat yang mendatang untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja.
- Menentukan kembali nilai RPN berdasarkan dari action plan yang telah dibuat.

2.5.3 Penjelasan Setiap Indikator FMEA

Penilaian dalam FMEA memiliki tiga indikator yaitu *severity*, *occurance*, dan *detection* yang terdapat pada tabel 2.3, 2.4, dan 2.5. Berikut merupakan penjelasan setiap indikator FMEA:

1. *Severity rating*

Nilai *severity* adalah sebuah penilaian pada tingkat keparahan dari suatu akibat yang muncul dari potensi kegagalan yang dianalisis. Semakin tinggi nilai dari keparahannya, semakin berbahaya dampak yang ditimbulkan. Penjelasan untuk nilai *severity* akan dijelaskan pada tabel di bawah ini (Nuchpho dkk., 2014):

Tabel 2. 3 Skala tingkat keparahan/*severity*

Dampak	Penjelasan	Peringkat
Bahaya	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya dan terjadi tanpa adanya peringatan	10

Tabel 2. 3 Skala tingkat keparahan/*severity* (lanjutan)

Dampak	Penjelasan	Peringkat
Serius	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya dan terjadi dengan adanya peringatan	9
Ekstrem	Produk tidak dapat beroperasi dan hilangnya fungsi utama	8
Major	Produk dapat beroperasi, tetapi tidak dapat beroperasi secara penuh, sehingga harus diperbaiki kembali	7
Signifikan	Produk dapat beroperasi, tetapi menurunkan kinerja produk karena beberapa item tambahan tidak berfungsi, sehingga harus diperbaiki kembali	6
Sedang	Produk dapat beroperasi, tetapi beberapa item tambahan mengalami sedikit penurunan kinerja, sehingga harus diperbaiki kembali	5
Rendah	Dampak rendah dan banyak pelanggan yang dapat menyadari <i>defect</i> tersebut sehingga produk tidak perlu diperbaiki kembali	4
Kecil	Dampak kecil dan hanya sebagian pelanggan yang dapat menyadari <i>defect</i> tersebut	3
Sangat Kecil	Dampak sangat kecil dan pelanggan harus jeli untuk menyadari <i>defect</i> tersebut	2
Tidak ada dampak	Tidak ada dampak yang ditimbulkan	1

2. *Occurance Rating*

Nilai *occurance* merupakan peluang terjadinya kegagalan yang sering terjadi. Semakin tinggi nilai *occurance* menunjukkan bahwa semakin sering terjadi kegagalan tersebut. Penjelasan untuk nilai *occurance* akan dijelaskan pada tabel berikut (Nuchpho dkk., 2014):

Tabel 2. 4 Skala tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan/*occurance*

Probabilitas Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Peringkat
Sangat tinggi dan ekstrem; kegagalan hampir tak terhindarkan	1 dari 2	10
Sangat tinggi	1 dari 3	9
Tinggi	1 dari 8	8
Relatif tinggi	1 dari 20	7
Sedang cenderung tinggi	1 dari 80	6
Sedang	1 dari 400	5
Relatif rendah	1 dari 2.000	4
Rendah	1 dari 15.000	3
Sangat rendah	1 dari 150.000	2
Hampir tidak mungkin terjadi kegagalan	1 dari 1.500.000	1

3. *Detection Rating*

Nilai *detection* merupakan kemampuan metode pengendalian untuk mendeteksi sebuah kegagalan. Semakin tinggi nilai *detection*, menunjukkan bahwa suatu kegagalan semakin tidak dapat dideteksi. Penjelasan untuk nilai *detection* akan dijelaskan pada tabel di bawah ini (Nuchpho dkk., 2014):

Tabel 2. 5 Skala tingkat kemungkinan kegagalan deteksi/*detection*

Deteksi	Kriteria	Peringkat
Hampir	Tidak ada kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	10
Sangat kecil	Terdapat sangat sedikit kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	9
Kecil	Terdapat sedikit kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	8

Tabel 2.5 Skala tingkat kemungkinan kegagalan deteksi/*detection* (lanjutan)

Deteksi	Kriteria	Peringkat
Sangat rendah	Terdapat kendali tetapi sangat rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan	7
Rendah	Terdapat kendali tetapi rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan	6
Sedang	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang/cukup untuk mendeteksi potensi kegagalan	5
Agak tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang cenderung tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	4
Tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	3
Sangat tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sangat tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	2
Hampir pasti	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi potensi kegagalan	1

Setiap potensi kegagalan yang terjadi akan dihitung dan diurutkan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). RPN dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \dots\dots\dots(2.3)$$

Setelah mendapatkan semua perhitungan nilai RPN, selanjutnya nilai RPN akan diurutkan dari nilai yang terbesar hingga terkecil. Semakin tinggi nilai RPN, menunjukkan bahwa masalah yang ditimbulkan semakin parah dan harus dikendalikan. Tingkatan untuk nilai RPN terdapat pada tabel 2.6 (Nuchpho dkk., 2014):

Tabel 2. 6 Kategori nilai RPN

RPN	Kategori
≥ 200	<i>High</i>
100-199	<i>Medium</i>
1-99	<i>Low</i>

2.6 Fault Tree Analysis (FTA)

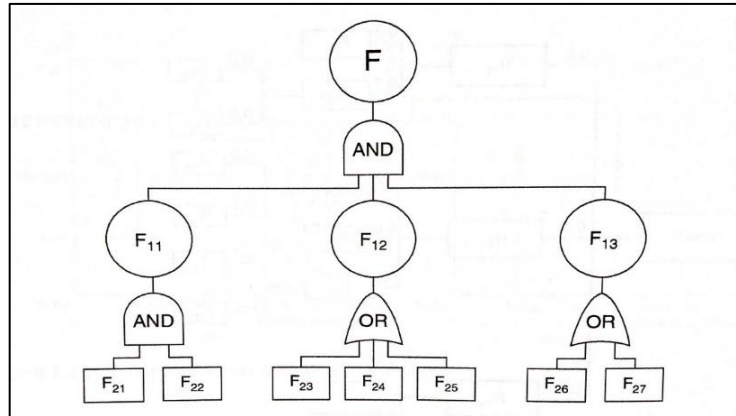
2.6.1 Pengertian FTA

Metode FTA atau biasa sering disebut dengan diagram analisis pohon kesalahan merupakan model grafik dari berbagai kombinasi dan bertujuan untuk menganalisis permasalahan dan keadaan yang tidak diinginkan pada sistem dalam suatu proses. Untuk menganalisis keadaan yang tidak diinginkan tersebut dapat melihat dari kondisi lingkungan dan operasional (Vesely dkk., 1981). Penyebab dari permasalahan tersebut dapat berupa kesalahan manusia, kegagalan komponen, dan lain-lain. Sehingga FTA dapat dikatakan sebagai suatu analisis pohon kesalahan yang menggambarkan keterkaitan dari peristiwa dasar dan kemudian mengarah kepada kejadian yang tidak diinginkan. Metode FTA tersebut dilakukan dengan pendekatan *top-down*, yang dimulai dengan mengasumsikan kegagalan dari sebuah kejadian puncak (*top event*), selanjutnya menganalisis dan merinci penyebab dari kejadian tersebut dalam bentuk diagram pohon (Hanif dkk., 2015 dalam Rochmoeljati dan Hidayat, 2020). Kelebihan menggunakan metode FTA adalah dengan adanya simbol-simbol pada FTA, dapat mengidentifikasi kegagalan sampai dengan akar permasalahan yang terjadi. Terdapat tahapan dalam metode FTA yaitu sebagai berikut (Priyanta, 2000):

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau (*top event*). Pada tahap jenis kerusakan yang terjadi (*undesired event*) akan dianalisis untuk mengidentifikasi kesalahan sistem.
2. Membuat model grafis pohon kesalahan dan pada grafis FTA memiliki beberapa simbol yaitu simbol gerbang dan simbol kejadian.

2.6.2 Diagram dan Simbol yang Digunakan Dalam FTA

Terdapat diagram dan simbol-simbol yang digunakan dalam FTA seperti *and*, *or*, dan lain sebagainya yang dapat dilihat pada gambar 2.2.




Gambar 2. 2 Diagram dari FTA (Tang, 2022)

Simbol yang digunakan dalam FTA adalah simbol gerbang dan simbol kejadian, yang tercantum dalam tabel di bawah ini yaitu tabel 2.7 dan 2.8:



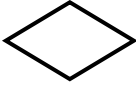


Tabel 2. 7 Simbol gerbang dari FTA

No	Gate Symbol	Nama	Keterangan
1.		And Gate	Output event (risiko) dapat terjadi ketika semua input event terjadi secara bersamaan
2.		Or Gate	Output event (risiko) dapat terjadi jika setidaknya satu input event terjadi.
3.		K Out of N Gate	Output event (risiko) dapat terjadi jika setidaknya ada k output dari n input event terjadi.
4.		Exclusive Or Gate	Output event (risiko) dapat terjadi jika salah satu input event terjadi, tetapi tidak keduanya dari peristiwa yang terjadi.
5.		Inhibit Gate	Input dapat menghasilkan output ketika conditional event terjadi.
6.		Priority And Gate	Output event terjadi ketika semua input event terjadi baik dari kanan atau kiri.

Tabel 2.7 Simbol gerbang dari FTA (lanjutan)

No	Gate Symbol	Nama	Keterangan
7.		<i>Not gate</i>	<i>Output event</i> terjadi ketika <i>input event</i> tidak terjadi.

Tabel 2. 8 Simbol kejadian dari FTA

No	Event Symbol	Nama	Keterangan
1.		<i>Circle</i> (<i>Basic Event</i>)	Simbol lingkaran menunjukkan bahwa <i>basic event</i> atau kegagalan paling dasar
2.		<i>Elipse</i> (<i>Conditioning Event</i>)	Simbol <i>elipse</i> menunjukkan bahwa batasan khusus atau kondisi yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang INHIBIT dan PRIORITY AND)
3.		<i>Diamond</i> (<i>Undeveloped Event</i>)	Simbol <i>diamod</i> menunjukkan bahwa peristiwa tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut, karena tidak ada data yang tersedia
4.		<i>House</i> (<i>External Event</i>)	Simbol rumah menunjukkan bahwa kejadian yang diharapkan terjadi secara normal dan bukan merupakan kejadian yang gagal
5.		<i>Rectangle</i> (<i>Intermediate Event</i>)	Simbol <i>rectangle</i> menunjukkan bahwa kejadian pada level menengah (<i>intermediate fault event</i>) dalam pohon kesalahan

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya oleh Sepriandini dan Ngatilah (2021), berfokus pada industri percetakan dan salah satu produk yang dihasilkan perusahaan tersebut adalah surat kabar harian atau koran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase kualitas, nilai sigma, faktor penyebab kecacatan, dampaknya, serta memberikan rekomendasi perbaikan kualitas produk. Metode

yang digunakan dalam penelitian ini adalah *six sigma* dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perusahaan memiliki total 198.606 cacat pada produk surat kabarnya dan jenis cacatnya adalah lembab, warna tidak jelas, berbayang, dan tidak simetris. Level sigma perusahaan adalah 3,97 sigma, sehingga perlu perbaikan untuk mencapai level 6 sigma. Usulan perbaikan meliputi penambahan kipas pada ventilasi ruangan untuk mengurangi kelembaban udara, pemeriksaan pada *silinder plate* pada mesin cetak, dan melakukan pelatihan cetak lebih lanjut kepada operator.

Penelitian kedua sebelumnya dilakukan oleh Kurnia dan Sugiyanto (2021), yang dilakukan di PT XYZ dan bergerak dibidang jasa pengiriman barang dan permasalahan dari penelitian ini adalah pengiriman tidak terkoordinasi, sehingga barang tidak terkirim sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dalam penelitian ini, digunakan metode *six sigma* yang bertujuan untuk memastikan bahwa barang yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dan menjaga biaya inspeksi serendah mungkin. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu nilai DPMO sebesar 75,246 sehingga *cost of quality* berada pada 2 level sigma. Kemudian hasil CP sebesar 0,103, yang dapat dikatakan bahwa kapabilitas proses terbilang rendah. Waktu pengiriman barang tidak sesuai dipengaruhi oleh 5 faktor yaitu faktor material, lingkungan kerja, manusia, mesin, dan metode. Faktor yang paling mempengaruhi kegagalan pengiriman barang adalah proses pengangkutan barang dengan nilai RPN sebesar 336, proses pembuatan SMU dengan nilai RPN sebesar 336, dan pengiriman barang dari gudang akhir ke pesawat dengan nilai RPN sebesar 392.

Penelitian ketiga sebelumnya dilakukan oleh Kurniadi dkk., (2022), yang dilakukan di PT. Meindo Elang Indah, Muara Jawa. Perusahaan ini merupakan kontraktor EPCI (Engineering, Procurement, Construction, dan Instalation) untuk industri petrokimia, listrik, hulu minyak dan gas. Proses pengelasan adalah salah satu proses paling kritis dalam proyek industri minyak dan gas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan rekomendasi perbaikan dalam mengurangi cacat pada proses pengelasan untuk mencapai pengiriman tepat waktu di PT Meindo Elang Indah. Dalam penelitian ini menggunakan metode Six Sigma.

Hasil penelitian ini diketahui bahwa rata-rata jumlah *welding defect rate*

yang terjadi pada bulan Agustus-Oktober 2020 adalah sebesar 7,58% dan nilai tersebut masih jauh dari target yang ditentukan yaitu 1%. Kemudian hasil penelitian juga menunjukkan nilai level sigma sebesar 3,67 sigma, hasil *Pareto Chart* menunjukkan bahwa karakteristik cacat *Undercut* dan *Porosity* merupakan jenis cacat yang paling banyak ditemukan yaitu sebesar 27%, dan analisis FMEA, menemukan bahwa faktor yang paling mempengaruhi pada cacat pengelasan adalah orang dan metode dengan nilai RPN sebesar 252 dan 315. Oleh karena itu, berdasarkan hasil analisis tersebut, perlu dilakukan tindakan perbaikan. Persamaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah sama-sama menggunakan metode *Six Sigma* dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Namun, perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah objek penelitian yang digunakan berbeda, teknik pengumpulan data, dan metode FTA juga digunakan dalam penelitian ini.