

Bab II

Tinjauan Pustaka

2.1 Kualitas

2.1.1 Pengertian Kualitas

Saat ini perusahaan jasa maupun manufaktur dituntut untuk memberikan kualitas yang baik dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Hal tersebut bertujuan agar perusahaan tetap eksis dan mampu bersaing dalam dunia industri. Istilah kualitas banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti kualitas pendidikan, produksi, pelayanan, dan masih banyak lagi. Kualitas adalah salah satu indikator kesuksesan sebuah perusahaan dalam ketatnya persaingan bisnis di dunia industri (Nugroho dan Pramono, 2019). Semakin tinggi kualitas produk maka semakin tinggi kepuasan pelanggan terhadap sebuah produk. Kualitas merupakan totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuan untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikkan atau ditetapkan (Ekawati dan Rachman, 2017). Istilah kebutuhan mengandung arti bahwa spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu (Nugroho dan Pramono, 2019).

Secara umum, kualitas mengacu pada kemampuan suatu produk atau jasa untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Salah satu contohnya adalah industri manufaktur selalu melakukan proses perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement process*) yang terukur secara global. Kualitas pada industri manufaktur tidak hanya berfokus pada produk akhir melainkan juga pada proses produksi atau produk yang masih ada dalam proses (*work in process*), sehingga jika terdapat cacat atau kesalahan dapat langsung diperbaiki untuk menghindari kerugian dan proses pengerjaan ulang (*rework*) dalam suatu perusahaan (Wibawati, 2018). Oleh karena itu dengan adanya kualitas pada suatu proses produksi dapat membantu perusahaan dalam mencegah kerugian yang disebabkan oleh produk cacat. Selain itu kualitas dapat membantu perusahaan dalam melihat pemenuhan kriteria dan spesifikasi *output* dari sebuah perusahaan.

2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Menurut Nurhayati (2011), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas yaitu faktor-faktor manusia, manajemen, keuangan, bahan baku, serta mesin dan peralatan. Manusia merupakan aset bagi sebuah perusahaan. Hal tersebut dikarenakan manusia berpengaruh secara langsung terhadap baik buruknya mutu suatu produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Faktor manusia penting untuk diperhatikan agar kualitas proses maupun hasil akhir dari produksi mencapai target. Perusahaan dapat mengadakan pelatihan, memberi motivasi, jamsostek, kesejahteraan, dan lain-lain pada karyawan. Faktor yang kedua yaitu manajemen yang merupakan cara perusahaan dalam mengatur fungsi-fungsi dari struktur organisasi yang terorganisir dalam *function group*. Pemimpin perusahaan harus memastikan bahwa kelompok fungsi dan bagian lain dari bisnis bekerja sama dengan baik. Lingkungan kerja yang produktif dan harmonis akan tercipta dengan bekerja secara bersama-sama. Situasi yang dihadapi memungkinkan bisnis untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas produknya.

Faktor ketiga adalah keuangan, diperlukan modal yang cukup agar perusahaan dapat mempertahankan atau meningkatkan kualitas produksinya. Contoh manajemen keuangan perusahaan untuk meningkatkan kualitas produksi adalah dengan melakukan kalkulasi perawatan dan perbaikan mesin atau alat produksi, perbaikan produk yang rusak, pembelian *spare part*, dan lain-lain. Faktor keempat adalah bahan baku, perusahaan harus menyeleksi pemasok bahan baku, memeriksa administrasi pembelian, memeriksa bahan baku yang telah dikirim, serta menyimpan bahan baku dengan baik. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalkan proses produksi berkualitas rendah. Faktor kelima adalah mesin dan peralatan, mesin yang kuno dan peralatan yang tidak lengkap menyebabkan kualitas produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar. Akibatnya produk yang dihasilkan kemungkinan tidak laku saat dipasarkan dan biaya produksi menjadi tinggi karena membutuhkan *rework* untuk mengembalikan produk sesuai dengan standar perusahaan. Hal tersebut menandakan bahwa perusahaan tidak mampu bersaing dengan perusahaan serupa lainnya menggunakan mesin dan peralatan yang lebih canggih.

2.2 Pengendalian Kualitas

2.2.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Mengontrol kualitas barang jadi, barang setengah jadi, dan bahan baku selama proses manufaktur merupakan salah satu kegiatan bisnis perusahaan (Kartika, 2017). Pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas suatu barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan (Nugroho dan Pramono, 2019). Menurut Kartika (2017), pengendalian kualitas adalah suatu teknik operasi dan aktivitas yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Pengendalian kualitas adalah suatu teknik atau tindakan yang terencana serta diterapkan untuk mencapai, mempertahankan, dan meningkatkan kualitas (Ahmad, 2019). Secara umum pengendalian kualitas merupakan cara untuk memecahkan masalah dan membuat proses produksi menjadi lebih baik, hal tersebut dapat dilakukan dengan pengendalian kualitas statistik. Pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) adalah analisis untuk meminimalisasi penyimpangan khusus (*assignable cause*) atau kesalahan (Wibawati, 2018). Salah satu pengendalian kualitas statistik yang dapat digunakan menggunakan pendekatan *Six Sigma*. Pengendalian kualitas memiliki banyak manfaat dalam industri manufaktur salah satunya dapat membantu perusahaan meningkatkan kapasitas produksi dengan *output* yang maksimal.

2.2.2 Tujuan dan Manfaat Pengendalian Kualitas

Menurut Nugroho dan Pramono (2019), tujuan dari pengendalian kualitas adalah mencapai hasil produksi dengan standar kualitas yang telah ditetapkan serta meminimalisasi biaya inspeksi dan desain dari produk selama proses produksi menggunakan kualitas. Pemeriksaan pengendalian kualitas produk penting dilakukan dalam perusahaan manufaktur hal tersebut bertujuan untuk menyelidiki dengan cepat sebab-sebab penurunan kualitas untuk dilakukan tindakan perbaikan sebelum terlalu banyak unit yang tidak memenuhi standar (Sanjaya dan Susiana, 2017). Menurut Antony dkk. dalam Ariani (2020), manfaat pengendalian kualitas statistik adalah tersedianya aksesibilitas data yang dapat digunakan karyawan untuk meningkatkan prosedur. Membantu karyawan dalam membedakan antara

kesalahan spesifik dan umum. Meningkatkan konsistensi dan kinerja dengan menghilangkan penyimpangan yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Meningkatkan pemahaman karyawan mengenai standar prosedur yang digunakan perusahaan. Penghematan waktu yang signifikan dalam penyelesaian masalah berkualitas tinggi. Pengurangan biaya yang terkait dengan pembuangan produk cacat, pengerjaan ulang produk cacat, dan pemeriksaan ulang. Meningkatkan komunikasi dengan pelanggan mengenai kapasitas produk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Mengarahkan organisasi jauh dari asumsi dan menuju data statistik. Meningkatkan kualitas produk, pengurangan biaya, dan meningkatkan produktivitas melalui perbaikan proses.

2.3 Six Sigma

2.3.1 Sejarah Six Sigma

Six Sigma adalah teknik pengendalian dan peningkatan kualitas yang telah digunakan Motorola sejak tahun 1986. Pada era tahun 1986 banyak sekali manajemen industri yang tidak puas dengan sistem manajemen kualitas yang ada. Manajemen industri pada saat itu tidak mampu melakukan perbaikan kualitas yang signifikan menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*) oleh karena itu Motorola membuat terobosan baru yaitu pengendalian manajemen kualitas menggunakan pendekatan *Six Sigma* atau peningkatan nilai sigma untuk mengurangi *defect*. *Six Sigma* merupakan pengembangan baru dalam manajemen kualitas saat itu. Banyak ahli manajemen kualitas berpendapat bahwa metode *Six Sigma* Motorola perlu dikembangkan dan diadopsi secara luas oleh industri dunia karena metode tersebut berhasil menuju *zero defect* (Gasperz, 2002). Ketika Motorola dianugerahi MBNQA (*Malcolm Baldrige National Quality Award*) pada tahun 1988, rahasia kesuksesan mereka diketahui secara luas. Sejak saat itu program *Six Sigma* yang diterapkan Motorola menjadi sangat terkenal di Amerika Serikat. Hal tersebut menyebabkan banyak bisnis kelas dunia termasuk *General Electric*, *Alliedsignal*, *Dupont Chemical Kodak*, dan lain-lain mulai mengubah sistem manajemen mutu mereka sesuai dengan prinsip *Six Sigma*.

2.3.2 Pengertian Six Sigma

Menurut Nugroho dan Pramono 2019 menyatakan bahwa, *Six Sigma* berasal dari dua kata yaitu *Six* yang berarti enam dan *Sigma* yang merupakan simbol standar deviasi atau dapat juga diartikan sebagai ukuran satuan statistik yang menggambarkan kemampuan suatu proses dan dinyatakan dalam DPU (*Defects Per Unit*) atau PPM (*Part Per Million*). *Six Sigma* didefinisikan sebagai metode peningkatan proses perbaikan yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik, mencapai tingkat pendayagunaan aset yang lebih tinggi, serta mendapatkan hasil atas investasi yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan (Sanjaya dan Susina, 2017).

Definisi *Six Sigma* secara umum adalah pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, analisis statistik, dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali proses bisnis (Wahyani dkk, 2010). Dalam suatu proses nilai sigma yang lebih tinggi akan memiliki cacat yang lebih sedikit (baik jumlah maupun jenisnya), dan semakin tinggi nilai sigma maka biaya kualitas dan waktu siklusnya akan semakin rendah. (Montgomery, 2001). Jika jumlah cacat meningkat maka jumlah *sigma* akan menurun atau dapat diartikan jika nilai *sigma* lebih besar maka kualitas produk akan lebih baik. *Six Sigma* berhubungan kuat dengan cacat produk dan produk yang dihasilkan, *reliability*, *costs*, *cycle time*, *inventory*, dan *schedule* (Wahyani dkk, 2010).

2.3.3 Konsep Six Sigma

Menurut Hidayat dalam Wibawati (2018), target dari pengendalian kualitas *Six Sigma* sebesar 3,4 DPMO (*Defect per Million Opportunities*) tidak diinterpretasikan sebagai 3,4 unit *output* yang cacat dari sejuta unit *output* yang diproduksi, tetapi diinterpretasikan sebagai satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ (*Critical to Quality*) sebesar 3,4 DPMO. Arti lain hanya terdapat 3,4 unit atau proses dari satu juta yang dibiarkan gagal atau cacat. (Zulkarnain dkk., 2021). Maka dari itu tingkatan kualitas

Six Sigma adalah tingkat yang setara dengan variasi proses sejumlah setengah dari yang ditoleransi oleh tahap desain dan dalam waktu yang sama memberi kesempatan agar rata-rata produksi bergeser sebanyak 1,5 deviasi standar dari target (Sanjaya dan Susina, 2017). Berikut ini adalah konversi *yield* (probabilitas tanpa cacat) ke nilai DPMO dan nilai sigma. (Gaszpersz, 2002).

Tabel 2. 1 Konversi *Six Sigma* (sumber : Gaszpersz, 2002)

<i>Yield</i>	<i>Defect per Million Opportunitues (DPMO)</i>	Sigma
30,8538%	691.42 (sangat tidak kompetitif)	1-sigma
69,1462%	308.548 (rata-rata industri Indonesia)	2-sigma
93,3193%	66.807	3-sigma
99,3790%	6.210 (rata-rata industri USA)	4-sigma
99,9767%	233	5-sigma
99,996%	3.4 (industri kelas dunia)	6-sigma

Apabila konsep *Six Sigma* akan diterapkan dalam bidang *manufacturing* terdapat enam aspek yang harus diterapkan menurut Wibawati (2018), yaitu mengidentifikasi fitur produk yang akan menyenangkan pelanggan (beradaptasi dengan kebutuhan dan harapan pelanggan). Mengklasifikasikan CTQ (*Critical to Quality*) untuk semua karakteristik kualitas. Mencari tahu apakah setiap CTQ dapat dikontrol melalui pengendalian mesin, material, proses kerja, dan lain-lain. Menentukan nilai USL (*Upper Specification Limit*) dan LSL (*Lower Specification Limit*) dari setiap CTQ untuk menentukan batas toleransi maksimum berdasarkan kebutuhan pelanggan. Setiap variasi proses maksimum CTQ (juga dikenal sebagai standar deviasi maksimum CTQ) harus ditentukan. Memodifikasi desain produk atau proses sehingga dapat memenuhi nilai target *Six Sigma*, yang berarti memiliki indeks kapabilitas proses minimal dua Cpm ($Cpm \geq 2$).

2.3.4 Tahapan *Six Sigma* DMAIC

Terdapat lima siklus pengendalian kualitas dalam penerapan pendekatan metode *Six Sigma* yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improve, and Control*). Tujuan dari DMAIC adalah menemukan dan menganalisis permasalahan *reject* pada suatu perusahaan dengan perhitungan nilai sigma untuk menentukan solusi pemecahan masalah yang sesuai dengan faktor penyebab *reject* material *preform*.

2.3.4.1 Define

Define merupakan siklus operasional pertama untuk meningkatkan mutu atau kualitas dalam pendekatan *Six Sigma*. Pada tahap *define* perlu mendefinisikan beberapa hal menurut Gaspersz (2002), tahap pertama yaitu pemilihan kriteria proyek *Six Sigma* yang menjadi kunci dalam hal prioritas. Hal tersebut berarti menetapkan prioritas masalah peningkatan kualitas utama yang memerlukan penanganan terlebih dahulu. Dasar untuk memilih prioritas proyek terbaik tersebut disesuaikan dengan kebutuhan, kemampuan, dan tujuan organisasi saat itu. Setelah prioritas ditentukan peran dan tanggung jawab peserta yang terlibat dalam proyek *Six Sigma* merupakan tahap *define* yang kedua. Proyek *Six Sigma* melibatkan sejumlah individu atau kelompok sebagai penanggung jawab pelaksana program pengendalian kualitas *Six Sigma*. Terdapat peran atau jabatan penanggung jawab *Six Sigma* seperti, dewan kepemimpinan, *champion*, *master black belt*, *black belt*, dan *green belt* yang bekerja untuk meningkatkan program *Six Sigma*.

Dewan kepemimpinan adalah senior yang mengarahkan proyek *Six Sigma*. Dewan kepemimpinan terdiri dari orang-orang dengan posisi manajemen puncak organisasi. Tanggung jawab mereka adalah menentukan visi implementasi *Six Sigma*, memilih dan mengalokasikan sumber daya untuk proyek *Six Sigma*, serta memantau kemajuan proyek *Six Sigma*. *Champion* adalah unit bisnis strategis atau pemimpin tim manajemen proyek yang berada di lokasi pengembangan proyek *Six Sigma* atau dapat disebut kepala fungsi organisasi utama. *Champion* memiliki tugas untuk mengidentifikasi, melaksanakan, dan menindaklanjuti proyek *Six Sigma* yang dikelola *master black belts*. *Master Black Belts* adalah sekelompok individu yang dipilih oleh *champion* sebagai tenaga ahli proyek *Six Sigma*. *Champion* berperan sebagai konsultan atau ahli dalam perusahaan dan bertugas menyebarluaskan pengetahuan strategis yang mengarah pada terobosan *Six Sigma* di seluruh unit organisasi.

Master Black Belts bertanggung jawab atas pelatihan *black belts* dan *green belts* serta mengomunikasikan status dan kemajuan keseluruhan dari area tanggung jawab proyek *Six Sigma*. *Black belts* adalah peserta pelatihan yang memiliki pemahaman menyeluruh tentang cara menyelesaikan masalah statistik. *Black belts* bertanggung jawab untuk menerapkan dan menyebarkan prinsip *Six Sigma* di

seluruh proyek. *Green belts* adalah orang yang bekerja paruh waktu di beberapa area atau bertanggung jawab atas proyek kecil yang berada di bawah lingkup proyek *Six Sigma* dan ditangani oleh *Black belts*. Kebutuhan pemilihan dasar peserta proyek *Six Sigma* adalah tahap ketiga dari proyek. Peserta proyek *Six Sigma* dipilih berdasarkan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*. Sekelompok individu tersebut harus menerima pelatihan *Six Sigma* yang baik.

Pelatihan menyeluruh mengenai *Six Sigma* adalah tahap keempat proyek *Six Sigma*. Peserta mampu mendefinisikan langkah-langkah utama, interaksi, dan pelanggan yang terlibat dalam setiap langkah. Persyaratan kebutuhan spesifik pelanggan merupakan tahapan kelima. Peserta mampu memahami dan membedakan antara dua kategori persyaratan kebutuhan khusus, yaitu persyaratan keluaran dan persyaratan layanan. Hal tersebut merupakan langkah pertama dalam menentukan kebutuhan spesifik pelanggan. Karakteristik kualitas yang kemudian digunakan untuk mendefinisikan *output* dan persyaratan layanan disebut sebagai CTQ (*Critical to Quality*) dalam proyek *Six Sigma*. Pernyataan tujuan proyek *Six Sigma* adalah tahap keenam pada tahapan *define*. Hal tersebut berarti mendefinisikan masalah, nilai, dan sasaran proyek *Six Sigma* adalah tujuan proyek.

2.3.4.2 Measure

Mengukur adalah langkah operasional kedua dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*. Menurut Gaspersz 2002 mengatakan bahwa, ada tiga hal utama yang perlu dilakukan dalam tahap *measure* yaitu memilih atau mencari tahu karakteristik *Critical to Quality* (CTQ), membuat rencana pengumpulan data, dan mengukur *baseline* kinerja. Karakteristik *Critical to Quality* (CTQ) yaitu produk atau proses harus berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tiga level, yaitu level proses, *output*, dan *outcome*. Pengukuran tingkat proses yaitu mengembangkan rencana pengumpulan data dengan tujuan agar perusahaan dapat mengontrol dan menetapkan karakteristik kualitas keluaran yang diinginkan oleh perusahaan. Oleh karena itu pengukuran pada tingkat proses mencakup pengukuran setiap langkah atau aktivitas dalam proses serta karakteristik kualitas *input* bahan baku yang

diserahkan oleh pemasok pada perusahaan. Waktu siklus produksi adalah salah satu contoh pengukuran tingkat proses.

Pengukuran pada tingkat *output* merupakan perbandingan spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan dengan karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan oleh suatu proses. Banyaknya unit produk yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan (banyak produk cacat) merupakan gambaran pengukuran pada tingkat *output*. Kemampuan suatu produk (atau layanan) untuk memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan dan harapan yang masuk akal diukur pada tingkat hasil. Kepuasan pelanggan merupakan salah satu contoh pengukuran pada tingkat hasil. Tahap ketiga adalah pengukuran *baseline* kinerja (*performance baseline*). Hal tersebut bertujuan untuk memastikan pelanggan benar-benar puas hingga seratus persen terhadap produk yang diinginkan. *Six Sigma* berfokus pada upaya peningkatan kualitas hingga tingkat kegagalan nol. Oleh karena itu perlu diketahui tingkat kinerja saat ini atau juga dikenal sebagai *baseline* kinerja dalam *Six Sigma*.

Unit pengukuran DPMO (*Defects per Million Opportunities*) dan tingkat kapabilitas sigma (tingkat sigma) digunakan untuk menetapkan *baseline* kinerja *Six Sigma*. Rumus yang dapat digunakan untuk menentukan nilai DPMO dan kemampuan sigma adalah sebagai berikut :

$$DPMO = \frac{\text{banyak produk yang cacat}}{\text{banyak produk yang diperiksa} \times CTQ \text{ potensial}} \times 1.000.000 \dots \dots \dots (2.1)$$

Tabel konversi DPMO dapat digunakan untuk menghitung nilai sigma namun program *microsoft excel* juga dapat digunakan untuk menghitung nilai sigma dengan persamaan berikut :

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv} \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} + 1.5 \dots \dots \dots (2.2)$$

2.3.4.3 Analyze

Langkah operasional ketiga dalam meningkatkan kualitas dengan *Six Sigma* adalah analisis. Penyelesaian masalah harus dilakukan dengan cepat, sumber dan akar penyebab masalah kualitas harus diidentifikasi, dan solusi masalah yang efisien dan efektif harus diusulkan untuk mengatasi penyebab mendasar permasalahan kualitas (Gaspersz, 2002). Selain itu metode FMEA (*Failure Mode*

and Effect Analysis) dapat digunakan untuk memasukkan akar penyebab masalah yang ditemukan secara lebih terperinci. Analisis FMEA dapat memudahkan peneliti untuk memeriksa faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan permasalahan *reject material preform*.

2.3.4.4 Improve

Langkah operasional keempat dalam meningkatkan kualitas *Six Sigma* disebut dengan peningkatan rekomendasi usulan perbaikan. Rencana tindakan untuk meningkatkan kualitas *Six Sigma* harus ditetapkan setelah sumber dan akar penyebab masalah kualitas yang telah teridentifikasi pada tahap analisis. Pada dasarnya rencana aksi menggambarkan bagaimana prioritas atau alternatif sumber daya didistribusikan selama implementasi rencana (Gaspersz, 2002).

2.3.4.5 Control

Langkah operasional akhir peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah *control*. Hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan pada tahapan ini. Standarisasi praktik terbaik yang berhasil untuk meningkatkan proses adalah sebuah kunci keberhasilan. Tujuan standarisasi adalah untuk menghentikan masalah yang sama terjadi lagi dikemudian hari. Proyek *Six Sigma* berakhir tahap ini karena prosedur mengontrol fungsi pedoman kerja standar. Kepemilikan atau tanggung jawab bergeser dari tim *Six Sigma* ke pemilik atau penanggung jawab proses (Gaspersz, 2002).

2.4 Tools of Quality dalam Six Sigma

Terdapat *tools* yang digunakan dalam pengendalian kualitas menggunakan metode *Six Sigma* yaitu FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mempermudah analisis penyebab terjadinya permasalahan *reject material preform* pada mesin *injection blow molding*.

2.4.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa permasalahan keandalan sistem sehingga mampu mempermudah manusia dalam mendapatkan informasi mengenai keandalan sistem itu sendiri, desain, dan proses secara terperinci (Hermanto dan Wiratmi, 2019). FMEA adalah sekumpulan petunjuk dari sebuah proses untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan). FMEA bertujuan mempermudah seorang manajer dan tim perbaikan dalam memfokuskan energi serta sumber daya untuk mencegah adanya permasalahan. FMEA berguna untuk mencari prioritas masalah dan usulan perbaikan dalam pencegahannya. FMEA memberikan tiga faktor evaluasi resiko yaitu faktor evaluasi resiko *severity* (keparahan), *occurrence* (kejadian) dan *detection* (deteksi). Ketiga faktor evaluasi resiko ini kemudian membentuk yang namanya nomor prioritas resiko atau *Risk Priority Number* (RPN), RPN diperoleh dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* (Ismawan dan Hakim, 2020).

Penerapan FMEA menggunakan tabel lembar kerja yang berisi input analisa FMEA, tabel tersebut bertujuan untuk mengetahui item yang terdapat pada FMEA seperti deskripsi *part* atau proses, *mode of failure potensial*, *effect of failure potensial*, *severity* (S), *cause of failure potensial*, *occurrence* (O), *current control*, *detection* (D), *risk priority number* (RPN), dan *action recommendation* (Wibawati, 2018).

Tabel 2. 2 Tabel FMEA

Deskripsi <i>part/proses</i>	<i>Mode of failure potensial</i>	<i>Effect of failure potensial</i>	S	<i>Causes of failure</i>	O	<i>Current Control</i>	D	RPN	<i>Action Recomendation</i>

Deskripsi *part* atau proses merupakan subjek dari analisis. *Mode of failure potensial* merupakan mode kegagalan yang terkait dengan proses atau *part*. *Effect of failure potensial* yaitu efek atau akibat yang ditimbulkan dari mode kegagalan yang terjadi. *Cause of failure potensial* merupakan penyebab dari mode kegagalan yang terjadi. *Current control* merupakan metode atau tindakan tertentu yang telah dilakukan perusahaan saat ini untuk mendeteksi atau mengatasi mode kegagalan

yang terjadi. *Risk priority number* (RPN) merupakan hasil perkalian antara *severity*, *occurrence* dan *detection* ($RPN = S \times O \times D$). Setelah perhitungan nilai RPN kemudian penyusunan nilai RPN dari jumlah nilai terbesar hingga terkecil. Hasil penyusunan nilai RPN itu kemudian digunakan sebagai penentu mode kegagalan yang paling kritis untuk mendahulukan tindakan korektif pada mode kegagalan tersebut. *Action recommendation* merupakan tindakan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi kemungkinan penyebab munculnya mode kegagalan itu akan terjadi dan meningkatkan efektivitas dari metode-metode pencegahan atau deteksi.

Severity (S) merupakan besar dampak pengaruh efek dari suatu mode kegagalan. Penilaian *severity* menggunakan skala 1 sampai 10 yang ditunjukkan tabel berikut ini.

Tabel 2. 3 *Ranking Saverity* (sumber : Gaszpersz, 2002)

<i>Ranking</i>	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan atau kegagalan ini.
2,3	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan saat pemeliharaan reguler (<i>regular maintenance</i>).
4,5,6	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi. Perbaikan yang dapat dilakukan tidak akan mahal, jika terjadi <i>downtime</i> hanya dalam waktu singkat.
7,8	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima, berada diluar batas toleransi. Akibat yang akan terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. <i>Downtime</i> akan berakibat biaya yang sangat mahal. Penurunan kinerja dalam area yang berkaitan dengan peraturan pemerintah, namun tidak berkaitan dengan keamanan dan keselamatan.
9,10	<i>Potential safety problems</i> (masalah keselamatan/keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. Bertentangan dengan hukum.

Occurance (O) merupakan besar peluang frekuensi suatu masalah terjadi karena kegagalan. Penilaian *occurrence* menggunakan skala 1 hingga 10 seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 4 *Rangking Occurance* (sumber : Gaszpersz, 2002)

<i>Ranking</i>	Kriteria	Tingkat
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan mode kegagalan.	1 dalam 1.000.000
2,3	Kegagalan akan jarang terjadi.	1 dalam 200.000 1 dalam 4.000
4,5,6	Kegagalan agak mungkin terjadi.	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7,8	Kegagalan sangat mungkin terjadi.	1 dalam 40 1 dalam 20
9,10	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi.	1 dalam 8 1 dalam 2

Detection (D) merupakan penilaian bagaimana kemampuan efektivitas dari metode deteksi atau pencegahan saat ini untuk mengendalikan atau mengontrol mode kegagalan yang terjadi. Penilaian *detection* menggunakan skala 1 sampai 10 ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 5 *Rangking Detection* (sumber : Gaszpersz, 2002)

<i>Ranking</i>	Kriteria	Tingkat Kejadian Penyebab
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin masih muncul atau terjadi.	1 dalam 1.000.000
2,3	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi rendah.	1 dalam 200.000 1 dalam 4.000
4,5,6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi.	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7,8	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif, karena penyebab masih berulang kembali.	1 dalam 40 1 dalam 20

Tabel 2.5 (Lanjutan)

<i>Ranking</i>	Kriteria	Tingkat Kejadian Penyebab
9,10	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode deteksi kurang efektif, penyebab akan selalu terjadi.	1 dalam 8 1 dalam 2

2.5 Penelitian Terdahulu

Zulkarnain dkk. (2021) melakukan penelitian berjudul "Metode *Six Sigma* dalam Perbaikan Cacat Botol pada Produk *Personal Care*." Produksi botol plastik *personal care* 500 ml menjadi fokus utama penelitian. Cacat dalam pembuatan botol perawatan pribadi melebihi toleransi perusahaan sebesar 2%, sehingga mendorong dilakukannya penelitian. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kecacatan pada botol 500 ml dengan menyarankan penggunaan perhitungan nilai *Six Sigma* untuk mengidentifikasi produk *reject* dan jenis *reject* produksi sebagai penentu *Critical to Quality* (CTQ). Data yang digunakan adalah data cacat dari Januari 2019 hingga Januari 2020. Bintik hitam, bintik-bintik, gelembung, runtuh, kondensasi, gelombang, titik injeksi panjang/tajam, retak, *sting*, ketebalan botol tidak stabil, tidak tercetak, dan warna tidak standar adalah 12 jenis cacat yang membuat botol perawatan pribadi 500 ml menjadi CTQ.

Analisis data mengungkapkan bahwa tingkat *reject* rata-rata untuk produk botol *personal care* 500 ml adalah 2,363%. Kemampuan suatu produk untuk mempertahankan stabilitas *output* tanpa melebihi batas toleransi memerlukan pencapaian standar. Nilai sigma untuk kontrol kualitas botol *personal care* didapatkan hasil sebesar 4,40429377 dengan nilai DPMO sebesar 1840,413. Manusia, mesin, bahan, dan metode adalah empat faktor masalah dalam penelitian yang memerlukan usulan perbaikan. Pencegahan cacat berulang dalam penelitian produk botol *personal care* 500 ml dilakukan dengan cara perbaikan statistik proses kontrol kualitas. Selain itu, pengawasan terhadap pencatatan cacat yang serta akibat yang ditimbulkan perlu lebih diperhatikan agar perbaikan dapat dilakukan sesegera mungkin.

Penelitian kedua yang berjudul “Analisis Pengendalian Kualitas pada PET *Preform Line 12 PT Coca Cola Bottling Indonesia Menggunakan Metode Six Sigma*” yang dilakukan oleh Tarigan dan Suliantoro (2019). Alasan dilakukannya penelitian adalah jumlah lini produksi di 12 PT *Coca Cola Bottling Indonesia* (CCBI) pada tahun 2016 tidak memenuhi target yang mengakibatkan produksi PET *preform* cacat kemasan minuman mengalami cacat. Metode *Six Sigma* digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kecacatan pada PET *preform* dengan mengevaluasi *quality of control* di lini 12 PT CCBI. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Januari 2017.

Hasil dari penelitian terdahulu yang kedua tersebut dilakukam pada *line 12* diperoleh tingkat nilai sigma proses PET *preform* sebesar 4,098. Untuk mencapai target nilai sigma sebesar 4,5 perusahaan harus menurunkan *reject* sebesar 71,15%. Berdasarkan diagram pareto penyebab *preform reject* paling banyak adalah *machine malfunction* akibat dari pengaruh mesin lain yang *breakdown*. Analisis yang digunakan dalam penelitian menggunakan analisis *fishbone* diagram dengan 5 aspek yaitu manusia, mesin, material, lingkungan, dan proses. Usulan perbaikan yang dapat diberikan dalam mengurangi *reject* produk dalam penelitian adalah menata umur *part* mesin, mengecek kondisi sensor, menambah pekerja, dan meningkatkan *Good Manufacturing Practice* (GMP).

“Analisis Pengendalian Mutu Menggunakan Metode *Six Sigma* untuk AMDK 240 ml” merupakan judul penelitian terdahulu ketiga yang dilakukan oleh Nugroho dan Pramono (2019). Penelitian dilakukan di PT Tirta Investama yang memproduksi AMDK bermerek *AQUA*. Kajian ini dilakukan karena masih banyak ditemukan cacat 0,35 persen pada produksi air minum kemasan 240 mililiter. Memanfaatkan metodologi *Six Sigma* adalah untuk menganalisis kontrol kualitas penelitian. Hal tersebut dilakukan dengan mengurangi jumlah kecacatan produk, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan kepuasan pelanggan. Diagram tulang ikan, yang dibagi menjadi aspek manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan, digunakan untuk mengidentifikasi penyebab *reject*.

Dalam proses produksi *AQUA* 240 ml, terdapat 11 jenis *reject* yaitu regas, cup tipis, berserabut, air kotor, cup kotor, cup cacat, bibir tidak rata, tutup bocor, tutup miring, *reject filler*, dan jumlah air yang salah. Menurut diagram pareto yang dianalisis oleh peneliti hasil *reject* tertinggi adalah tutup miring menyebabkan 39,4 persen cacat, sedangkan *reject filler* mencapai 34,9 persen. Dari perhitungan diketahui bahwa nilai *baseline* DPMO adalah 5018 hal menunjukkan bahwa terdapat 5018 buah produk berpeluang *reject* pada satu kesempatan produksi. Hasil perhitungan *Six Sigma* menghasilkan nilai sigma sebesar 4,09 yang menunjukkan masih jauh dari nilai yang diinginkan yaitu 6 sigma. Sistem FIFO (*Frist In, Frist Out*) dalam proses produksi, pembuatan standar prosedur pengoperasian tertulis, dan inspeksi pemeliharaan mandiri yang lebih ketat adalah beberapa perbaikan yang diusulkan.

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan memiliki persamaan dan perbedaan. Persamaan dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan adalah sama-sama menggunakan pendekatan *Six Sigma* untuk menganalisis pengendalian kualitas pembuatan botol plastik. Tujuan yang dilakukan dalam penelitian adalah mengurangi *reject* material pada proses produksi. Analisis penyebab *reject* dilakukan menggunakan *fishbone diagram* dengan faktor *man, material, machine, methode*, dan *environment*. Pengolahan data yang dilakukan untuk mengetahui nilai DPMO (*Defects per Million Opportunitiess*). Antara penelitian pertama, ke dua, dan ketiga memiliki perbedaan, jika penelitian pertama menganalisis *reject* botol plastik sedangkan penelitian kedua dan ketiga menganalisis *reject* material *preform*.