

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori yang digunakan dalam penelitian. Landasan tersebut mencakup teori-teori yang berkaitan dengan definisi kualitas, pemahaman tentang *Six Sigma*, serta tahapan dalam metode DMAIC.

2.1 Definisi Kualitas

Kualitas merupakan standar yang ditetapkan oleh konsumen sebagai tolak ukur kepuasan. Perusahaan yang mempunyai kualitas tinggi adalah perusahaan yang mampu memenuhi standar tersebut. Menurut Lupiyoadi (2016), Kualitas adalah perpaduan antara atribut dan ciri-ciri yang menentukan sejauh mana suatu produk mampu memenuhi keinginan atau harapan konsumen.

Menurut Goetsch dan Davis (2016), kualitas sebagai suatu kondisi yang bersifat dinamis dan berkaitan dengan produk, layanan, sumber daya manusia, proses, serta lingkungan, yang semuanya ditujukan untuk mencapai atau melampaui ekspektasi pelanggan. Sementara itu, pengertian kualitas menurut standar internasional (BS EN ISO 9000:2000) merujuk pada tingkat pencapaian terhadap seperangkat karakteristik bawaan yang memenuhi kriteria tertentu (Dale, 2003).

Rahman (2018) menyatakan bahwa kualitas produk sebagai tingkat efektivitas suatu produk dalam melaksanakan fungsi yang ditetapkan, yang diukur melalui atribut-atribut seperti keterampilan, durabilitas, presisi, kemudahan operasi, inovasi, dan nilai tambah lainnya.

Berdasarkan uraian di atas, kualitas didefinisikan sebagai tingkat kesesuaian antara produk yang dihasilkan oleh perusahaan dengan standar yang ditetapkan, yang dicapai melalui pelaksanaan proses produksi yang benar dan tepat.

Tingkat kesesuaian kualitas dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pemilihan proses manufaktur, pelatihan dan pengawasan tenaga kerja, penerapan sistem penjaminan kualitas (Seperti : pengendalian proses, pengujian, dan aktivitas inspeksi), kepatuhan terhadap prosedur penjaminan kualitas, serta motivasi tenaga kerja dalam mencapai standar kualitas yang ditetapkan.

Menurut Kualitas mempunyai banyak manfaat dan peran penting bagi perusahaan, diantaranya sebagai berikut (Devani dan Diniati, 2015):

1. Peningkatan Reputasi : Kualitas produk atau layanan yang unggul dapat meningkatkan citra perusahaan di mata konsumen.

2. Efisiensi Biaya : Proses produksi yang berkualitas dapat meningkatkan efisiensi.
3. Perluasan Pangsa Pasar : Kualitas yang baik memungkinkan perusahaan dapat bersaing secara efektif dan memperluas jangkauan pasar.
4. Akuntabilitas Produk : Kualitas dapat meningkatkan tanggung jawab perusahaan terhadap produk maupun layanan yang ditawarkan.
5. Dampak Internasional : Produk atau layanan berkualitas tinggi memiliki daya saing di pasar global.
6. Penguatan Citra : Kualitas produk atau layanan yang terpercaya meningkatkan citra perusahaan secara keseluruhan.

2.1.1 Pengendalian Kualitas

Pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin keselarasan antara pelaksanaan kegiatan produksi dan operasi dengan rencana yang telah ditetapkan. Apabila ditemukan penyimpangan, tindakan korektif akan diambil untuk mencapai hasil yang diharapkan (Tania, dkk., 2019).

Pengendalian kualitas (Prihatiningrum, dkk., 2020) merupakan serangkaian aktivitas yang terstruktur, sistematis, dan objektif, yang bertujuan untuk memantau dan menilai kualitas produk atau jasa, serta melakukan perbaikan berkelanjutan berdasarkan standar yang ditetapkan.

Pengendalian kualitas merupakan teknik atau tindakan yang sistematis dan terencana, dengan memiliki tujuan dalam mencapai, mempertahankan, dan meningkatkan kualitas produk maupun jasa, sehingga memenuhi standar yang ditetapkan dan memberikan kepuasan kepada pelanggan (Prihatiningrum, dkk., 2020). Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang memiliki standart kualitas yang diharapkan oleh perusahaan.

Pengendalian kualitas produk merupakan suatu langkah yang terstruktur dan berkelanjutan yang memiliki tujuan untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya cacat atau kegagalan yang dapat merusak integritas suatu produk akhir. Tanpa adanya parameter atau standar yang jelas dan terukur, produsen berisiko tinggi mengalami kerugian finansial dan reputasi karena kesalahan produksi yang tidak terdeteksi sejak dini. Menurut Purnomo (2018), kualitas produk tidak hanya mencakup kondisi fisik yang terlihat, tetapi juga fungsi dan sifat produk secara keseluruhan yang mampu memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen. Pengendalian kualitas yang efektif adalah yang dilaksanakan secara konsisten dan sistematis, dapat menjadi dasar yang kuat untuk

perbaikan berkelanjutan dalam proses produksi, menghasilkan produk berkualitas tinggi yang tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan konsumen, namun dapat melampaui harapan konsumen, sehingga meningkatkan daya saing di pasar.

Berdasarkan uraian diatas, pengendalian kualitas merupakan langkah efektif yang tidak hanya mengidentifikasi suatu masalah, tapi juga menjadi dasar dalam perbaikan berkelanjutan dalam suatu proses produksi. Dengan demikian, perusahaan dapat terus meningkatkan kualitas produk maupun jasa.

2.1.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas memiliki tujuan dalam peningkatan kualitas, menjaga kualitas dan mengurangi jumlah barang cacat maupun rusak. Disisi lain, pengendalian kualitas juga bertujuan meningkatkan minat konsumen dalam menentukan keputusan dalam melakukan pembelian atau pemakaian suatu produk. Dalam tahapan produksi agar pengeluaran biaya seminim mungkin sehingga diharapkan efisiensi biaya secara optimal, dan waktu pelaksanaan dapat disesuaikan dengan jadwal pengerjaannya (Reksohadiprojo dari Ekoanindiyo, 2015).

2.1.3 Faktor yang mempengaruhi kualitas

Kesesuaian kualitas suatu produk dengan standar yang telah ditetapkan suatu perusahaan terkadang memiliki bervariasi. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa faktor yang memengaruhi kualitas suatu produk, yang mana faktor tersebut dapat mempengaruhi suatu produk dapat memenuhi standar atau parameter yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Menurut Harjadi (2021:35) kualitas suatu produk dapat dipengaruhi beberapa faktor, antara lain :

1. Fungsi suatu produk : Fungsi produk digunakan untuk tujuan apa.
2. Wujud luar : Wujud yang dimiliki suatu produk tidak hanya dilihat dari bentuknya, tetapi juga dari warna dan kemasannya.
3. Biaya produk : Memperhitungkan pengeluaran biaya dalam memperoleh suatu barang, perlu disertai biaya untuk barang itu sampai kepada konsumen.

Kualitas dipengaruhi oleh 9 faktor (Gunawan, 2022), diantaranya sebagai berikut :

1. Pasar (*Market*)

Pasar mengalami pertumbuhan eksplosif dalam jumlah produk baru dan berkualitas. Konsumen diyakinkan akan ketersediaan suatu produk yang memenuhi berbagai kebutuhan mereka. Saat ini, konsumen mengharapkan produk yang lebih unggul. Pasar berkembang secara luas dan khusus dalam penawaran produk. Dengan meningkatnya

jumlah perusahaan dan terbukanya pasar internasional. Bisnis dituntut untuk lebih fleksibel dan mampu menyesuaikan diri dengan cepat.

2. Uang (*Money*)

Tekanan persaingan dan gejolak ekonomi dunia telah menyebabkan penurunan margin keuntungan. Sementara itu, kebutuhan akan otomatisasi dan investasi teknologi meningkatkan pengeluaran yang cukup besar. Investasi pabrik yang besar, yang membutuhkan peningkatan produktivitas, sering kali terhambat oleh produk cacat dan pengerjaan berulang. Hal ini mendorong pihak manajemen untuk memperhatikan biaya kualitas sebagai area untuk mengurangi biaya dan meningkatkan keuntungan.

3. Manajemen (*Management*)

Tanggung jawab kualitas kini terbagi dalam beberapa kelompok. Bagian pemasaran menentukan spesifikasi produk, bagian perancangan membuat desain yang memenuhi spesifikasi, bagian produksi meningkatkan proses produksi, dan bagian pengendalian kualitas memastikan hasil akhir sesuai standar yang telah ditentukan. Layanan purna jual juga menjadi bagian penting. Hal ini mempersulit manajemen puncak dalam menentukan tanggung jawab untuk mengoreksi penyimpangan kualitas.

4. Manusia (*Man*)

Seiring dengan pesatnya kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, serta kemunculan disiplin-disiplin baru seperti komputer elektronik, terjadi peningkatan signifikan terhadap kebutuhan tenaga kerja yang memiliki kompetensi dan pengetahuan spesifik. Kondisi ini juga mendorong munculnya permintaan akan insinyur sistem yang mampu menyatukan berbagai bidang keahlian untuk merancang, mengembangkan, dan mengoperasikan sistem yang mampu menjamin pencapaian hasil sesuai harapan.

5. Motivasi (*Motivation*)

Studi mengenai motivasi manusia menunjukkan bahwa pekerja saat ini, selain kompensasi berupa uang, mereka juga membutuhkan pengakuan atas pencapaian dan kontribusi mereka terhadap tujuan perusahaan. Hal ini menuntut peningkatan pendidikan kualitas dan komunikasi yang lebih baik tentang kesadaran kualitas.

6. Bahan (*Material*)

Faktor biaya produksi dan persyaratan kualitas yang semakin meningkat telah mendorong para ahli teknik dalam memilih bahan dengan parameter yang lebih spesifik dari pada sebelumnya. Konsekuensinya, semakin ketatnya pemilihan spesifikasi bahan dan variasi bahan yang tersedia menjadi lebih luas.

7. Mesin dan Mekanik (*Machine and Mecanization*)

Upaya perusahaan dalam menurunkan biaya dan meningkatkan volume produksi untuk memenuhi permintaan pelanggan telah mendorong penggunaan peralatan pabrik yang lebih kompleks dan bergantung pada kualitas bahan baku. Kualitas bahan baku yang baik menjadi kunci untuk menjaga operasional mesin dan memaksimalkan penggunaan fasilitas.

8. Metode Informasi Modern (*Modern Information Metode*)

Kemajuan teknologi komputer telah memungkinkan proses pengumpulan, penyimpanan, pengambilan, dan pengolahan informasi dalam skala yang sangat luas. Saat ini, teknologi informasi telah menjadi sarana untuk mengendalikan peralatan, proses produksi, hingga distribusi produk ke tangan konsumen. Inovasi dalam metode pengolahan data memberikan kemampuan dalam mengelola informasi yang relevan, akurat, tepat waktu, serta bersifat prediktif, yang menjadi dasar dalam pengambilan keputusan bisnis di masa mendatang.

9. Persyaratan Proses Produksi (*Mounting Product Requirement*)

Desain produk yang terus berkembang pesat membutuhkan pengawasan proses produksi yang lebih ketat. Persyaratan kinerja produk yang lebih tinggi menekankan pentingnya keamanan dan kecanggihan suatu produk. Oleh karena itu, berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi kualitas produk, dapat disimpulkan bahwa tampilan luar produk mencakup bentuk, warna, dan kemasan, serta biaya perolehan produk mencakup harga dan biaya pengiriman.

2.1.4 Prinsip Kualitas

Penerapan manajemen kualitas sangatlah penting bagi setiap perusahaan, terlepas dari skala operasionalnya, baik yang berskala lokal, nasional bahkan internasional. Manajemen sebagai suatu proses melalui kegiatan perusahaan atau organisasi dalam mencapai tujuan yang telah direncanakan dengan berpedoman pada prinsip-prinsip yang relevan. Sistem jaminan kualitas menjadi topik utama diskusi, penelitian dan pengembangan di kalangan para ahli internasional.

Menurut Julyanthry (2020:124), Versi ISO menitik beratkan dalam 8 (delapan) prinsip kualitas, antara lain :

1. Fokus pada pelanggan.
2. Kepemimpinan.
4. Partisipasi aktif seluruh personel.

5. Pendekatan proses.
6. Pendekatan sistem dalam manajemen.
7. Peningkatan yang berkelanjutan.
8. Pendekatan faktual dalam pengambilan keputusan.
9. Kemitraan dengan pemasok yang memberikan manfaat timbal balik.

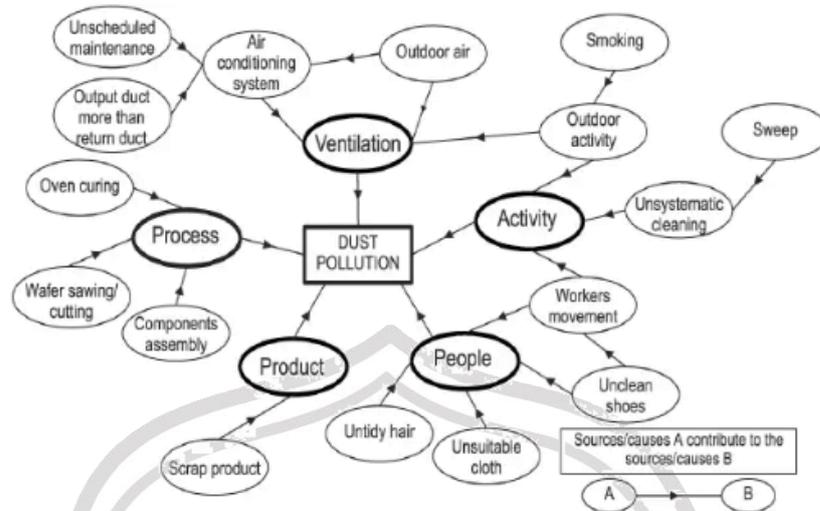
2.1.5 Pengendalian Kualitas dengan Metode *New Seven Tools*

Seven New Quality Tools merupakan pendekatan yang dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan dari *Seven Basic Quality Tools*. Menurut Fakhruddin (dalam Handika dan Barnadi, 2017), *New Seven Tools* adalah seperangkat alat yang digunakan untuk menganalisis permasalahan secara lebih mendalam guna mendukung proses pengambilan keputusan dan meningkatkan koordinasi dalam tim kerja. Metode ini dimanfaatkan untuk memetakan lingkup persoalan, menyusun diagram berbasis data, menelusuri potensi penyebab suatu masalah, serta memperjelas fakta yang berkaitan dengan isu yang dihadapi.

Ciri khas dari pendekatan ini mencakup pengolahan serta pengumpulan data dalam bentuk verbal, pengembangan gagasan, hingga penyusunan rencana strategis. Penerapan *New Seven Tools* berkontribusi dalam mengoptimalkan proses produksi dan efisiensi biaya. Alat yang termasuk dalam metode ini antara lain *Affinity Diagram*, *Interrelationship Diagram*, *Tree Diagram*, *Arrow Diagram* atau *Activity Network Diagram*, serta *Process Decision Program Chart* (PDPC).

A. *Interrelationship Diagram*

Interrelationship Diagram (Charantimath, 2011) bisa disebut sebagai diagram keterkaitan atau diagram jaringan. Diagram ini menggambarkan hubungan sebab-akibat. Proses pembuatan Diagram ini membantu tim menganalisis keterkaitan alami antara berbagai aspek dalam situasi yang kompleks. Diagram ini berfungsi untuk menganalisa hubungan sebab dan akibat, sehingga dapat memungkinkan untuk mempermudah kita dalam membedakan masalah yang menjadi pemicu dan masalah yang merupakan akibat dari masalah.



Gambar 2.1 Contoh *Interrelationship Diagram*

B. Affinity Diagram

Affinity Diagram diperkenalkan pada dekade 1960-an oleh antropolog Jepang bernama Jiro Kawakita dan dikenal juga sebagai metode KJ. Diagram ini berfungsi untuk mengelompokkan data verbal dalam jumlah besar, seperti ide, opini, dan permasalahan, berdasarkan hubungan alaminya (Charantimath, 2011). *Affinity Diagram* digunakan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat, sehingga memudahkan dalam membedakan antara masalah yang menjadi penyebab dan masalah yang merupakan dampak. Pendekatan kreatif dalam *Affinity Diagram* membentuk suatu kerangka kerja yang sistematis untuk mendiskusikan, memperbaiki, serta memengaruhi gagasan solusi yang diajukan. Diagram ini memiliki kegunaan khusus dalam situasi-situasi berikut (Ginting, 2007):

- a. Masalah yang dihadapi sangat kompleks dan informasi yang tersedia tidak terstruktur.
- b. Usaha yang dibutuhkan untuk memicu pemikiran baru, mengubah pola pikir lama, dan mengabaikan kenangan buruk akibat kegagalan solusi sebelumnya.
- c. Dampak dari solusi yang telah diusulkan.



Gambar 2.2 Contoh *Affinity Diagram*

C. *Tree Diagram*

Tree Diagram, yang dikenal juga dengan istilah diagram sistematis, pohon analisis, atau analisis pohon, merupakan teknik visual yang digunakan untuk memetakan langkah-langkah dan tugas-tugas yang diperlukan dalam mencapai tujuan utama serta tujuan-tujuan pendukungnya (Charantimath, 2011). Diagram ini tidak hanya berfungsi mengidentifikasi suatu permasalahan, tetapi juga dapat membantu dalam menentukan strategi yang dapat diterapkan untuk memperoleh hasil yang diinginkan.

Tree Diagram bermanfaat sekali dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kebutuhan yang belum memiliki konsep yang jelas, dan memerlukan pemahaman yang lebih rinci, yang dipecah menjadi komponen yang lebih kecil, dimulai dengan satu item yang bercabang menjadi dua atau lebih elemen.



Gambar 2.3 Contoh *Tree Diagram*

D. Matriks Diagram

Merupakan alat bantu untuk menunjukkan hubungan antara dua hingga empat kelompok elemen. Alat ini memberikan gambaran mengenai sejauh mana kekuatan keterkaitan antar elemen tersebut, serta memberikan gambaran peran dari masing-masing komponen, baik individu maupun ukuran tertentu (Charantimath, 2011).

Diagram ini dibangun dari beberapa baris dan kolom, di mana setiap perpotongan di antara keduanya dianalisis guna memahami karakteristik serta tingkat kekuatan hubungan yang terjalin. Tujuan utama dari *Matriks Diagram* adalah untuk mengidentifikasi gagasan-gagasan penting dan mengevaluasi ada atau tidaknya hubungan antar elemen pada titik-titik persinggungan, sehingga mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih efektif.

Sebab Keterlambatan Pengiriman	Proses	Forging	Barrel process	Heat Treatment	Grinding	Inspeksi	Pengiriman
Kesulitan Memperoleh Material		○					
Kegagalan Rencana Produksi		△	△	△	○		
Breakdown mesin		△	△	○	○		
Masalah Kualitas / Ada Rework		△	△	○	○		
Mnjmn. Persediaan Tidak Jelas		△	△	△	△		○
Change-over		△	△		○		
Poin Penilaian		7	5	6	9	0	2

Gambar 2.4 Contoh Matrix Diagram

E. Matrix Data Analysis

Matrix data analysis merupakan metode analisis statistik multivariat yang juga dikenal dengan istilah *Principal Component Analysis* (PCA). Teknik ini digunakan untuk mengukur, menyusun, dan menyederhanakan informasi yang ditampilkan dalam bentuk matriks guna mengidentifikasi indikator-indikator utama. Indikator tersebut berfungsi untuk memisahkan serta memperjelas hubungan dari berbagai data yang kompleks dan saling berhubungan (Charantimath, 2011).

Metode ini dimanfaatkan untuk menelusuri dan memperbaiki faktor-faktor penyebab masalah, dengan mencari alternatif solusi serta menentukan kriteria perbaikannya berdasarkan data yang diperoleh, seperti dari hasil wawancara. Oleh karena itu, diperlukan keterlibatan beberapa responden yang memiliki pengetahuan atau pengalaman langsung terhadap proses yang dikaji. Responden tersebut akan memberikan penilaian terhadap alternatif perbaikan yang dianggap paling prioritas,

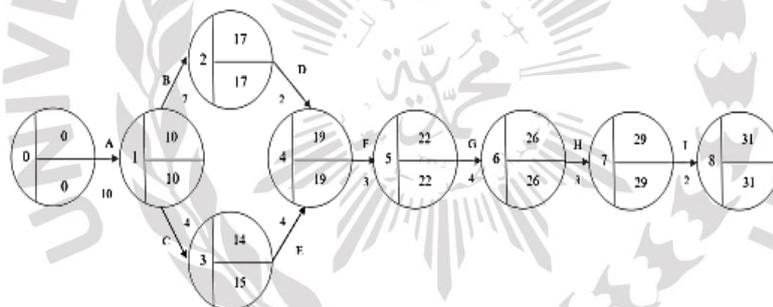
terutama dalam upaya mengatasi permasalahan cacat produk menurut sudut pandang mereka sebagai *operator* atau pelaku di lapangan.

Alternatif Perbaikan	Skor
Melakukan perawatan mesin secara teratur	: $2(3)+1(1)+4(1)+3(4)+5(5) = 48$
Melakukan inspeksi terhadap material yang lebih baik	: $2(1)+1(2)+4(3)+3(1)+5(3) = 34$
Metode yang digunakan harus benar terjadi dalam setiap departemen pada perusahaan	: $2(4)+1(4)+4(2)+3(2)+5(2) = 36$
Karyawan wajib dituntut untuk menggunakan SOP (<i>Standart Operational Procedure</i>)	: $2(2)+1(3)+4(5)+3(3)+5(1) = 41$
Lingkungan pada area produksi bagian penggilingan harus memenuhi kenyamanan pada pekerja	: $2(5)+1(5)+4(4)+3(5)+5(4) = 66$

Gambar 2.5 Contoh *Matrix Data Analysis*

F. Arrow Diagram

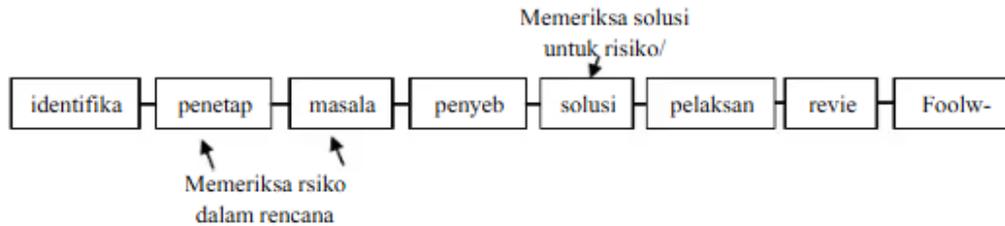
Arrow Diagram digunakan sebagai alat bantu untuk merencanakan dan menjadwalkan proyek. Dengan adanya diagram ini, kita dapat menganalisis jadwal penyelesaian proyek, identifikasi masalah yang mengakibatkan keterlambatan, durasi penyelesaian proyek, dan perhitungan biaya yang diperlukan dalam mempercepat penyelesaian proyek (N. Aziza, dkk., 2020).



Gambar 2.6 Contoh *Arrow Diagram*

G. Process Decision Program Chart (PDPC)

Process Decision Program Chart berfungsi untuk mengamati kondisi tertentu yang berpotensi terjadi, sehingga PDPC diterapkan untuk mencapai tujuan akhir yaitu memecahkan permasalahan. Diagram ini juga dapat membantu dalam menentukan langkah yang akan digunakan dalam mencapai hasil yang diharapkan melalui evaluasi kemajuan peristiwa dan kemungkinan hasilnya.



Gambar 2.7 Contoh *Process Decision Program Chart*

2.2 Six Sigma

Six Sigma merupakan sebuah pendekatan metodologis yang terstruktur dan memiliki tujuan dalam meningkatkan kualitas proses. Metode ini berfokus pada upaya untuk meminimalisasi variasi dalam proses produksi, sekaligus mengurangi jumlah produk atau layanan yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan (cacat), dengan mengaplikasikan teknik statistik dan alat pemecahan masalah secara intensif (Kurniawan dkk., 2018).

Menurut Devani dan Amalia (2021), *Six Sigma* adalah sebuah strategi yang memungkinkan suatu perusahaan untuk mencapai peningkatan yang signifikan pada tingkat operasional, dan juga merupakan suatu bentuk pengendalian proses industri yang berorientasi pada pelanggan, dengan memperhatikan kemampuan dari proses tersebut. Tujuan utama dari *Six Sigma* adalah untuk meningkatkan kualitas produk melalui identifikasi penyebab produk cacat dalam proses produksi, menganalisa penyebab tersebut dan memberikan solusi perbaikan untuk mengatasi produk cacat tersebut, dengan menggunakan metodologi yang dikenal sebagai DMAIC, yang terdiri dari tahapan-tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*.

DMAIC merupakan sebuah konsep yang digunakan untuk mengukur penerapan Six Sigma di dalam sebuah organisasi. Dimana tahapan DMAIC dimulai dengan proses Identifikasi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*Analyze*), Perbaikan (*Improve*), dan diakhiri dengan proses Pengendalian (*Control*).

2.2.1 Define

Tahap *Define* merupakan tahap awal dalam metodologi *Six Sigma* yang memiliki tujuan untuk mengidentifikasi proses produksi. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk memahami alur kerja secara menyeluruh, mulai dari input yang digunakan hingga produk yang dihasilkan. *Define* merupakan langkah inisiasi dalam implementasi *Six Sigma*, di mana pada tahap ini dilakukan pendefinisian proses produksi secara rinci dan penentuan jenis-jenis cacat yang paling sering terjadi (Nursanti dan Astuti, 2018).

Dalam tahapan *define*, *Critical to Quality* (CTQ) adalah karakteristik utama berdasarkan kebutuhan spesifik pelanggan dan berasal langsung dari persyaratan output serta layanan yang diharapkan, tolak ukur mutu produk yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebagai standar kualitas, dengan tujuan utama untuk memastikan kepuasan konsumen (Harahap, dkk., 2018). CTQ juga berkaitan dengan “*moment of truth*”, yaitu momen penting saat pelanggan berinteraksi dengan produk atau layanan yang menentukan kepuasan pelanggan. Terdapat lima CTQ yang diidentifikasi dari data *Quality Control* pada unit Demin III A, yang menjadi fokus utama dalam mengendalikan kualitas produk dan mengurangi cacat selama proses produksi. Dengan mengelola CTQ secara efektif, perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk, mengurangi pemborosan, dan memenuhi ekspektasi pelanggan secara konsisten, sekaligus meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi melalui penerapan metodologi *Six Sigma*. Ilustrasi mengenai CTQ disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Contoh *Critical to Quality*

No	Critical To Quality	Keterangan
1	Cacat kuping	Permukaan besi baja tidak rata dan memiliki sirip di kedua ujung
2	Cerna	Luka pada permukaan besi baja yang terjadi akibat dari proses canai panas (<i>Hot Rolling</i>)
3	Retak	Memiliki retakan yang dalam pada besi baja

2.2.2 Measure

Tahap *Measure* (Susetyo, 2011) merupakan fase kedua dalam metodologi *Six Sigma* yang berfokus pada evaluasi kapabilitas proses produksi dalam memenuhi spesifikasi atau kebutuhan pelanggan. Pada tahap ini dilakukan pengukuran yang sistematis terhadap kinerja proses, yang meliputi perhitungan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) dan *level sigma*. Selain itu, analisis juga didukung dengan penggunaan *I-MR Chart* (*Individual-Moving Range Chart*) untuk memantau stabilitas proses secara statistik.

1. DPMO dan Level Sigma

Sigma Level merupakan tingkat pencapaian kapabilitas proses suatu perusahaan. Nilai sigma dipilih sebagai indikator karena kemampuannya dalam menggambarkan kemampuan proses yang dilaksanakan oleh perusahaan. Semakin tinggi nilai sigma, semakin rendah jumlah defek yang terjadi dalam proses produksi. Langkah-langkah dalam menghitung DPMO dan menentukan Level Sigma (Gaspersz dan Fontana, 2011):

a. *Defect Per Unit* (DPU)

Defects Per Unit (DPU) mengukur rata-rata jumlah produk yang cacat dalam hubungannya dengan total unit yang diproduksi, sehingga DPU dapat dihitung menggunakan rumus yang telah ditetapkan (Gaspersz dan Fontana, 2011). Hasil perhitungan nilai sigma diperoleh dari data DPMO.

$$\text{Defect Per Unit (DPU)} = \frac{D}{U}$$

Keterangan:

D = jumlah kecacatan (*defect*) pada proses produksi

U = jumlah unit yang diperiksa

b. *Defect Per Opportunity* (DPO)

Defect per Opportunity atau DPO (Gaspersz dan Fontana, 2011) menunjukkan rasio antara jumlah kecacatan dengan jumlah dari total peluang yang ada, dan perhitungannya dilakukan berdasarkan rumus yang ditetapkan :

$$\text{Defect Per Opportunity (DPO)} = \frac{\text{DPU}}{\text{OP}}$$

Keterangan:

OP (*Opportunity*)/CTQ = karakteristik yang berpotensi menjadi cacat

c. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

DPMO (Gaspersz dan Fontana, 2011) adalah perhitungan dari jumlah cacat yang muncul dalam satu juta peluang, dan perhitungannya dilakukan menggunakan rumus yang telah ditetapkan.

$$\text{Defect Per Million Opportunity (DPMO)} = \text{DPO} \times 1.000.000$$

Penentuan Tingkat Sigma atau Level Sigma (Gaspersz dan Fontana, 2011) dilakukan melalui proses konversi dari nilai DPMO menggunakan grafik konversi yang sesuai :

$$\text{Sigma Level} = \text{nilai DPMO pada Grafik Konversi Sigma}$$

Berikut alternatif untuk mencari nilai Sigma (Yunistasari, 2018) yaitu dengan menggunakan Microsoft Excel:

$$\text{NORMSINV}((1-\text{DPMO})/1.000.000) + 1,5$$

2. Peta Kendali

Peta kendali (*control chart*) dibagi menjadi dua kelompok, yaitu peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Salah satu peta kendali atribut adalah *p chart*. *p chart* digunakan dalam memantau proporsi produk cacat atau tidak sesuai dalam suatu proses. Sedangkan salah satu peta kendali variabel dapat menggunakan peta kontrol \bar{X} dan R yang digunakan untuk memonitor konsistensi rata-rata proses. Grafik ini menampilkan perubahan rata-rata *sample* dari waktu ke waktu.

Berikut merupakan langkah pembuatan peta kendali :

a. *p chart*

Dalam menentukan peta kendali dapat menggunakan langkah berikut:

$$\bar{p} = \frac{j \text{ jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produksi}}$$

$$CL = \frac{\Sigma \text{ jumlah produk cacat}}{\Sigma \text{ jumlah produksi}}$$

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{CL(1-CL)}{\text{jumlah produksi}}}$$

$$LCL = CL - 3 \sqrt{\frac{CL(1-CL)}{\text{jumlah produksi}}}$$

Keterangan:

\bar{p} = nilai proporsi kerusakan

CL = *central limit*

UCL = *upper control limit*

LCL = *lower control limit*

b. Peta kontrol \bar{X} dan R

Beberapa langkah pembuatan peta kontrol \bar{X} dan R sebagai berikut:

Langkah 1 : Mentukan ukuran contoh

Langkah 2 : Mengumpulkan data

Langkah 3 : Hitung rata-rata, \bar{X} dan *range*,

Langkah 5 : Hitung batas-batas kontrol 3 sigma dari peta kontrol \bar{X} dan R

- o Peta kontrol \bar{X} (batas-batas kontrol 3 sigma) $CL = \bar{X}$

$$UCL = \bar{X} + A_2 R$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 R$$

- Peta kontrol R (batas-batas kontrol 3 sigma) $CL = \bar{R}$

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

Catatan: penentuan koefisien A_2 , D_3 dan D_4 berdasarkan tabel ANSI/ASQC Z1.9-1993, Inspeksi normal.

2.2.3 Analyze

Tahap *analyze* bertujuan untuk menganalisis faktor utama yang menjadi pemicu terjadinya kegagalan dalam proses atau kecacatan pada produk, serta menentukan faktor-faktor dominan apa saja yang mempengaruhi, agar perbaikan proses dapat dilakukan pada proses tersebut. Langkah awal pada tahapan ini adalah menggunakan Diagram pareto.

Diagram Pareto digunakan untuk menetapkan urutan prioritas dalam penanganan masalah yang membutuhkan perbaikan, dengan menerapkan konsep 80/20. Menurut konsep ini, 80% dari total cacat akan menjadi prioritas dalam penyelesaian masalah. Tujuan penggunaan Diagram Pareto adalah untuk memfasilitasi manajemen dalam mengidentifikasi masalah-masalah penting yang memerlukan perhatian segera, sehingga kebijakan yang tepat dapat diambil untuk menanganinya.

Tahapan kedua adalah pembuatan *affinity diagram*. Diagram digunakan untuk menggambarkan tingkat kesamaan penyebab terjadinya kecacatan produk berdasarkan indicator yang dikaitkan dengan 5M maupun faktor lingkungannya. Selanjutnya, hubungan antara setiap penyebab diidentifikasi menggunakan diagram interrelationship. Diagram ini dapat membantu dalam menemukan hubungan antara penyebab dan akibat pada permasalahan produk cacat.

Langkah selanjutnya menggunakan *Tree diagram* berfungsi untuk menggambarkan proses pengambilan keputusan secara bertahap, dimulai dari satu titik awal menuju berbagai pilihan atau kemungkinan hasil. Sementara itu, *Activity Network Diagram* digunakan dalam konteks perencanaan proyek untuk memvisualisasikan urutan aktivitas serta hubungan ketergantungan di antara aktivitas-aktivitas tersebut. Adapun *Process Decision Program Chart* (PDPC) dimanfaatkan untuk mengidentifikasi potensi masalah dalam suatu rencana dan menyusun langkah-langkah antisipatif atau tindakan pencegahan guna memastikan kelancaran pelaksanaan.

2.2.4 Improve

Berdasarkan hasil pemetaan pada tahapan *analyze*, tahapan keempat pada *six sigma* adalah *improve*. Dalam langkah ini dikonfigurasi dengan analisis FMEA. Dengan

mengetahui prioritas urutan, maka dapat dilakukan usulan rancangan perbaikan melalui nilai RPN yang didapatkan (Risalahudin & Rukmi, 2021).

2.2.5 Control

Tahap *control* merupakan langkah terakhir dalam *six sigma* setelah *improve*. Septian dkk. (2022) menyatakan bahwa tahapan *control* merupakan upaya pengendalian terhadap pencapaian minimal yang harus dicapai, parameter pencapaian ini digambarkan pada parameter DPMO.

2.3 Manfaat Six Sigma

Berikut merupakan manfaat dari *six sigma* bagi sebuah perusahaan (Pande, 2002):

1. Memberikan semangat sukses dalam jangka panjang.
Memotivasi dalam mencapai keberhasilan jangka panjang untuk terus maju dan berinovasi, serta menumbuhkan gairah dalam mempertahankan bisnis perusahaan.
2. Mengatur target kerja dan membimbing para pekerja
Menentukan fokus sasaran dan arah yang stabil, serta membangun fokus yang terarah pada pencapaian utama perusahaan.
3. Fokus dengan harapan pelanggan
Dengan Metode *Six sigma*, perusahaan dapat merencanakan sebuah produk yang mampu memenuhi harapan konsumen dan memberikan tingkat kepuasan yang diinginkan. karena fokus dari *six sigma* sendiri adalah kepuasan dari pelanggan.
4. Mempercepat laju perbaikan
Dengan adanya *six sigma*, perusahaan dapat menentukan langkah dalam melakukan perbaikan secara cepat dan tepat. semakin cepat langkah perbaikan akan mempengaruhi pangsa pasar.
5. Pembelajaran yang efektif dan "*cross-pollination*"
Six sigma dapat membantu perusahaan dalam pengembangan ide kreatif, individu yang memiliki keterampilan maupun keahlian dalam proses dan mampu mengelola serta memperbaiki proses dapat dilakukan rotasi di departemen lain. Penerapan ini diharapkan dapat mengimplementasikan proses secara lebih efektif dan efisien.
6. Menerapkan perubahan dengan mengubah arah strategi.
Agar perusahaan dapat bersaing dengan para kompetitor, perlu adanya transformasi melalui perubahan strategi dalam pengembangan produk, sehingga dapat memberikan nilai tambah sebuah produk dan menarik minat dari para pelanggan.

2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Rakesh dkk. (2013), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode terstruktur yang bertujuan untuk mengenali dan mencegah potensi permasalahan dalam suatu sistem. Sementara itu, Sellappan dan Palanikumar (2013) menyatakan bahwa penerapan FMEA dilakukan melalui diskusi lintas divisi dalam suatu perusahaan guna mengevaluasi potensi kegagalan pada komponen maupun subsistem dalam proses atau produk. Dalam pelaksanaannya, FMEA mempertimbangkan tiga kriteria utama—yakni tingkat keparahan dampaknya (*severity*), peluang munculnya suatu kegagalan (*occurrence*), serta kapasitas dalam mengenali atau mendeteksi kegagalan tersebut (*detection*). Ketiga aspek ini digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dan *Risk Score Value* (RSV), yang nantinya menjadi dasar dalam menentukan prioritas penanganan risiko.

2.4.1 Severity (S)

Memiliki rentang nilai 1 hingga 10, di mana angka yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keparahan yang lebih besar. Tabel 2.2 berikut ini menunjukkan pedoman penilaian untuk tingkat keparahan:

Tabel 2.2 Pedoman Penilaian *Severity*

Angka	Rating	Keterangan
2-3	Rendah	Menimbulkan ketidaknyamanan pada proses berikutnya
4-6	Moderat	Berakibat pada perbaikan diluar jadwal atau kerusakan peralatan
7-8	Tinggi	Berpengaruh pada kegagalan proses selanjutnya
9-10	Sangat tinggi	Berpengaruh pada keselamatan

2.4.2 Occurrence (O)

Nilai *Occurrence* (O) berkisar antara 1 hingga 10, di mana angka yang lebih tinggi menunjukkan kemungkinan yang lebih besar untuk terjadinya kegagalan dalam suatu proses. Tabel 2.3 berikut ini memperlihatkan pedoman penilaian untuk *occurrence*.

Tabel 2.3 Pedoman Penilaian *Occurrence*

Angka	Rating	Keterangan
1	Peluang kecil	Cpk > 1.67
2-5	Kemungkinan kecil	Cpk > 1.33
6-7	Kemungkinan sedang	Cpk > 1.00
8-9	Kemungkinan besar	Proses keluar dari batas kontrol
10	Kemungkinan sangat besar	Kegagalan tidak terhindarkan

2.4.3 *Detection* (D)

Nilai *Detection* (D) berkisar antara 1 hingga 10, di mana angka yang lebih tinggi menunjukkan rendahnya tingkat keandalan dalam mendeteksi kegagalan dalam suatu proses. Tabel 2.4 berikut ini menunjukkan pedoman penilaian untuk *detection*:

Tabel 2.4 Pedoman Penilaian *Detection*

Angka	Rating	Keterangan
1	Sangat tinggi	Keandalan deteksi hampir 100%
2-5	Tinggi	Keandalan deteksi lebih dari 99.8%
6-8	Sedang	Keandalan deteksi sekitar 98%
9	Rendah	Keandalan deteksi lebih dari 90%
10	Sangat rendah	Keandalan deteksi kurang dari 90%

2.5 Penelitian-penelitian sebelumnya

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan terkait penerapan *Six Sigma* dan *New Seven Tools* sebagaimana pada Tabel 2.5. Sajjad dkk. (2021) menggunakan metode *Six Sigma* untuk mengefisienkan proses produksi kantong polipropilena. Sementara, Rimantho dkk. (2017) dan Patyal dkk. (2020) menerapkan *Six Sigma* pada industri yang berkategori proses. Hasil kedua penelitian menunjukkan adanya perbaikan pada kemampuan proses. Berbeda dengan penelitian Rozi & Nugroho (2022) dengan Suhartini dkk. (2020) dan mengintegrasikan *Six Sigma* dan *New Seven Tools* pada industri dengan tipe produksi manufaktur (non proses). Perbedaan dengan penelitian yang diusulkan (Albana, 2025) bahwa *Six Sigma* dan *New Seven Tools* diterapkan pada industri proses.

Tabel 2.5 Penelitian – penelitian sebelumnya

No	Peneliti/tahun	Judul	Metode	Tipe Produksi	Hasil
1	Sajjad dkk., 2021	Waste reduction of polypropylene bag manufacturing process using Six Sigma DMAIC approach: A case study	Six Sigma	Manufaktur	Efisiensi pembuatan kantong polipropilena meningkat menggunakan metodologi <i>Six Sigma</i> (6σ) DMAIC. Hasil menunjukkan rata-rata defect produk sebesar 2,8% berkurang sebesar 1,20%.
2	Rimantho dkk., 2017	<i>The Application of Six Sigma in Process Control of Raw Water Quality on Pharmaceutical Industry at Indonesia</i>	Six Sigma	Manufaktur (Kimia/Proses)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kenaikan rata-rata indeks Kemampuan Proses sebesar 1,07 dan penurunan terjadinya sistem cacat sebesar 712 ppm. Penelitian ini juga menunjukkan adanya peningkatan level sigma dari 2,30 menjadi 4,69.
3	Patyal dkk., 2020	<i>Application of Six Sigma methodology in an Indian chemical company</i>	Six Sigma	Manufaktur (Kimia/Proses)	Temuan studi menyoroti pengoptimalan dan penentuan prioritas parameter proses. Kelembapan memiliki dampak paling kecil pada produksi Chemical-X, sedangkan jenis shift memiliki dampak paling besar. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa Shift ke-1, waktu penahanan setelah penggilingan harus dua puluh empat jam, dan suhu setelah penggilingan harus 40°C untuk mengurangi keluhan pelanggan terkait pembentukan gumpalan pada Chemical-X
4	Rozi dan Nugroho, 2022	Upaya Perbaikan Kualitas Produk Batik di Batik Allusnan Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> dan <i>New Seven Tools</i>	<i>Six Sigma</i> dan <i>New Seven tools</i>	Manufaktur	Faktor penyebab mencakup peralatan, <i>operator</i> , material, metode dan lingkungan. Usulan perbaikan berupa pelatihan penerapan 5 S, perawatan rutin peralatan produksi berbantuan checklist serta bekerja kesesuaian pelaksanaan SOP.
5	Suhartini dkk. (2020)	Pengendalian Kualitas dengan Pendekatan <i>Six Sigma</i> dan <i>New Seven tools</i> sebagai Upaya Perbaikan Produk	<i>Six Sigma</i> dan <i>New Seven tools</i>	Manufaktur	Nilai <i>Defect per Milion Opportunity</i> diperoleh 14.721 dan nilai <i>sigma</i> sebesar 3,69. Berdasarkan <i>New Seven tools</i> , rekomendasi perbaikan berupa training atau pelatihan terkait prosedur kerja, penjadwalan maintenance, pengawasan proses inspeksi material, perencanaan penggunaan material, penambahan area dan fasilitas pada gudang material
6	Rakesh dkk. (2013)	<i>FMEA Analysis for Reducing Breakdowns of a Sub System in the Life Care Product Manufacturing Industry</i>	FMEA	Manufaktur	Penggunaan FMEA untuk meningkatkan keandalan subsistem guna memastikan produktivitas. Penerapan FMEA pada mesin las plastik otomatis membantu meningkatkan keandalannya.
7	Albana (2025)	Implementasi <i>New Seven Tools</i> dan <i>Failure Mood Effect Analysis</i> Pada <i>Six Sigma</i> Guna	<i>Six Sigma</i> , FMEA dan	Manufaktur (Kimia/Proses)	Penelitian yang diusulkan mengintegrasikan <i>New Seven Tools</i> dan <i>Failure Mood Effect analysis</i> pada metodologi <i>Six Sigma</i> dalam meningkatkan kualitas.

		Meningkatkan Kualitas <i>Demineralized Water</i>	<i>New Seven tools</i>	
--	--	---	----------------------------	--



