

## BAB II TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Kualitas

Definisi kualitas sangat beraneka ragam dan mengandung banyak makna. Kualitas adalah sebuah kata yang bagi penyedia jasa merupakan sesuatu yang harus dikerjakan dengan baik. Menurut Gasperz (2009) menyatakan kualitas adalah totalitas dari fitur-fitur dan karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh produk yang sanggup untuk memuaskan kebutuhan konsumen. Sedangkan definisi kualitas menurut Kotler (2007) adalah seluruh ciri serta sifat suatu produk atau pelayanan yang berpengaruh pada kemampuan untuk memuaskan kebutuhan yang dinyatakan atau tersirat. Dari pengertian diatas bahwa kualitas berpusat pada konsumen, seorang produsen dapat memberikan kualitas bila produk atau pelayanan yang diberikan dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

Terdapat beberapa pengertian lain tentang kualitas, menurut para ahli kualitas yang dikutip dari buku (Nasution, 2009) diantaranya, yaitu sebagai berikut:

1. Menurut Juran (2005: 32)

Kualirtas adalah kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Kecocokan penggunaan itu didasarkan pada lima ciri utama yaitu:

- a. Teknologi, yaitu kekuatan atau daya tahan.
- b. Psikologis, yaitu citra rasa atau status
- c. Waktu, yaitu kehandalan.
- d. Kontraktual, yaitu adanya jaminan.
- e. Etika, yaitu sopan santun, ramah dan jujur.

Kecocokan penggunaan suatu produk adalah apabila produk mempunyai daya tahan penggunaan yang lama, meningkatkan citra atau status konsumen yang memakainya, tidak mudah rusak, adanya jaminan kualitas dan sesuai etika bila digunakan.

2. Menurut Crosby (2007: 58)

Kualitas adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan. Suatu produk memiliki kualitas apabila sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Standar kualitas meliputi bahan baku, proses produksi dan produk jadi.

3. Menurut Deming (2009: 176)

Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar. Apabila Juran mendefinisikan kualitas sebagai *fitness for use* dan Crosby sebagai *conformance to requirement*, maka Deming mendefinisikan kualitas sebagai kesesuaian dengan kebutuhan pasar atau konsumen. Perusahaan harus benar-benar dapat memahami apa yang dibutuhkan konsumen atas suatu produk yang akan dihasilkan, sehingga dapat memberikan nilai lebih bagi penggunaannya.

4. Menurut Feigenbaum (2008: 7)

Kualitas adalah kepuasan pelanggan sepenuhnya (*full customer satisfaction*). Suatu produk dikatakan berkualitas apabila dapat memberi kepuasan sepenuhnya kepada konsumen, yaitu sesuai dengan apa yang diharapkan konsumen atas suatu produk.

5. Menurut Garvin (2009)

Kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia/tenaga kerja, proses dan tugas, serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen. Selera atau harapan konsumen pada suatu produk selalu berubah sehingga kualitas produk juga harus berubah atau disesuaikan. Dengan perubahan kualitas produk tersebut, diperlukan perubahan atau peningkatan keterampilan tenaga kerja, perubahan proses produksi dan tugas, serta perubahan lingkungan perusahaan agar produk dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

Garvin dalam bukunya (2013), menyatakan terdapat lima pandangan mengenai kualitas yang terdiri dari:

- *Transcendental Approach*

Kualitas dalam pendekatan ini, dipandang sebagai *innate excellence* (keunggulan yang bersifat alami atau bawaan), dimana kualitas dapat dirasakan atau diketahui, tetapi sulit didefinisikan dan dioperasionalkan. Sudut pandang ini biasanya digunakan dalam dunia seni, misalnya seni musik, seni drama, seni tari dan seni rupa. Meskipun demikian suatu perusahaan dapat mempromosikan produknya melalui pernyataan-pernyataan maupun pesan-pesan komunikasi seperti tempat berbelanja yang menyenangkan (toko buku): aman dan cepat (jasa pengiriman barang): luas jangkauannya (layanan telepon seluler). Dengan demikian fungsi perencanaan, produksi, dan pelayanan suatu

perusahaan sulit sekali menggunakan definisi seperti ini sebagai dasar manajemen kualitas.

- *Product-based Approach*

Pendekatan ini memandang bahwa kualitas dapat diartikan sebagai karakteristik atau atribut yang dapat diukur. Perbedaan dalam kualitas mencerminkan perbedaan unsur-unsur atau atribut yang dimiliki oleh suatu produk. Pandangan ini bersifat sangat objektif, sehingga tidak dapat menjelaskan perbedaan dalam hal selera, kebutuhan, dan preferensi konsumen.

- *User-based Approach*

Perbedaan ini merupakan pendekatan yang paling tepat diaplikasikan dalam mendefinisikan kualitas jasa. Pendekatan ini didasarkan pada pemikiran bahwa kualitas tergantung pada sudut pandang seseorang, sehingga produk yang paling memuaskan seseorang merupakan produk yang berkualitas paling tinggi. Perspektif yang subjektif dan *demand-oriented* ini juga menyatakan bahwa pelanggan yang berbeda memiliki kebutuhan dan keinginan yang berbeda pula, sehingga kualitas bagi seseorang adalah sama dengan kepuasan maksimum yang dirasakannya.

- *Manufacturing-based Approach*

Pandangan ini bersifat *supply-based* dan terutama memperhatikan praktik-praktik perkerjasama dan pemanufakturan, serta mendefinisikan kualitas sebagai kesesuaian dengan persyaratan (*conformance to requirements*). Dapat dikatakan bahwa kualitasnya bersifat *operations-driven*. Pendekatan ini berfokus pada penyesuaian spesifikasi yang dikembangkan secara internal, yang sering kali didorong oleh tujuan peningkatan produktivitas dan penekanan biaya. Dengan demikian kualitas ditentukan oleh standar-standar yang ditetapkan oleh perusahaan, berdasarkan keinginan konsumen.

- *Value-based Approach*

Pendekatan ini memandang kualitas dari segi nilai dan harga. Dengan mempertimbangkan *trade-of* antara kinerja dan harga, kualitas didefinisikan sebagai "*affordable excellence*". Kualitas dalam perspektif ini bersifat relative, sehingga produk yang memiliki kualitas paling tinggi belum tentu produk yang paling bernilai, tetapi yang paling bernilai adalah barang atau jasa yang paling tepat dibeli (*best-buy*).

### 2.1.2 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas merupakan bagian terpenting dalam perusahaan, apabila perusahaan menerapkan dimensi kualitas dengan baik maka perusahaan dapat dengan mudah bersaing dengan perusahaan lainnya. Sehingga produk yang dipasarkan bisa lebih unggul dibandingkan produk pesaing. Untuk memperjelasnya mengenai dimensi kualitas menurut, Lupiyoadi (2011:176) terbagi kedalam 8 dimensi yaitu sebagai berikut:

1. Kinerja (*performance*)

Kinerja disini merujuk pada karakter produk inti yang meliputi merek, atribut-atribut yang dapat diukur, dan aspek-aspek kinerja individu. Kinerja beberapa produk biasanya didasari oleh preferensi subjektif pelanggan yang pada dasarnya bersifat umum (*universal*).

2. Keragaman produk (*features*)

Dapat berbentuk produk tambahan dari suatu produk inti yang dapat menambah nilai suatu produk. *Features* suatu produk biasanya diukur secara subjektif oleh masing-masing individu (dalam hal ini konsumen) yang menunjukkan adanya perbedaan kualitas suatu produk. Dengan demikian perkembangan kualitas suatu produk menurut karakter fleksibilitas agar dapat menyesuaikan diri dengan permintaan pasar dan dapat dengan mudah bersaing di pasar dengan produk dari perusahaan lain.

3. Keandalan (*Reliability*)

Dimensi ini berkaitan dengan timbulnya kemungkinan suatu produk mengalami keadaan tidak berfungsi (*malfunction*) pada suatu periode. Keandalan suatu produk yang menandakan tingkat kualitas sangat berarti bagi konsumen dalam memilih produk. hal ini menjadi semakin penting mengingat besarnya biaya penggantian dan pemeliharaan yang harus dikeluarkan apabila produk yang dianggap tidak *reliable* atau mengalami kerusakan terus menerus pada waktu yang singkat.

4. Kesesuaian (*Conformance*)

Dimensi lain yang berhubungan dengan kualitas suatu barang adalah kesesuaian produk dengan standar dalam industrinya. Kesesuaian suatu produk dalam industri jasa diukur dari tingkat akurasi dan waktu penyelesaian termasuk juga perhitungan kesalahan yang terjadi, keterlambatan yang tidak dapat diantisipasi dan beberapa kesalahan lain.

5. Daya tahan/ketahanan (*Durability*)

Ukuran ketahanan suatu produk meliputi segi ekonomis maupun teknis. Secara teknis, ketahanan suatu produk didefinisikan sebagai sejumlah kegunaan yang diperoleh oleh seseorang sebelum mengalami penurunan kualitas. Secara ekonomis, ketahanan diartikan sebagai usia ekonomis suatu produk dilihat melalui jumlah kegunaan yang diperoleh sebelum terjadi kerusakan dan keputusan untuk mengganti produk.

6. Kemampuan pelayanan (*Serviceability*)

Kemampuan pelayanan bisa juga disebut dengan kecepatan, kompetensi, kegunaan dan kemudahan produk untuk diperbaiki. Dimensi ini menunjukkan bahwa konsumen tidak hanya memperhatikan adanya penurunan kualitas produk tetapi juga waktu sebelum produk disimpan, penjadwalan pelayanan, proses komunikasi dengan staff, frekuensi pelayanan perbaikan akan kerusakan produk dan pelayanan lainnya. Variabel-variabel tersebut dapat merefleksikan adanya perbedaan standar perorangan mengenai pelayanan yang diterima. Dimana kemampuan pelayanan suatu produk tersebut menghasilkan.

7. Estetika (*Aesthetics*)

Merupakan dimensi pengukuran yang paling subjektif. Estetika suatu produk dilihat melalui bagaimana suatu produk terdengar oleh konsumen, bagaimana tampak luar suatu produk, rasa, maupun bau. Jadi estetika jelas merupakan penilaian dan refleksi yang dirasakan oleh konsumen.

8. Kualitas yang dipersepsikan (*Perceive quality*)

Konsumen tidak selalu memiliki informasi yang lengkap mengenai atribut atribut produk dan jasa. Namun demikian, biasanya konsumen memiliki informasi tentang produk secara tidak langsung, misalnya melalui merek, nama dan negara produsen. Ketahanan produk misalnya, dapat menjadi sangat kritis dalam pengukuran kualitas produk.

### 2.1.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Terdapat 6 unsur dasar yang mempengaruhi kualitas atau mutu, menurut prawirosentono (2009) yaitu sebagai berikut:

1. Manusia

Sumber daya manusia adalah unsur utama memungkinkan terjadinya proses penambahan nilai (*value added*), kemampuan merela untuk mlakukan suatu

tugas (*task*) adalah kemampuan, pengalaman, pelatihan dan potensi kreativitas yang beragam sehingga diperoleh suatu hasil.

## 2. Metode

Hal ini meliputi prosedur kerja dimana setiap orang harus melakukan sesuai dengan tugasnya yang dibebankan pada masing-masing individu. Metode ini harus merupakan prosedur kerja terbaik agar setiap orang dapat melaksanakan tugasnya secara efektif dan efisiensi.

## 3. Mesin

Mesin atau peralatan yang digunakan dalam proses penambahan nilai menjadi *output*, dengan memakai mesin sebagai alat pendukung pembuatan suatu produk memungkinkan berbagai variasi dalam bentuk, jumlah dan kecepatan proses penyelesaian kerja.

## 4. Bahan

Bahan baku yang diproses, diproduksi agar menghasilkan nilai tambah menjadi *output*, jenisnya sangat beragam. Keragaman bahan baku yang digunakan akan mempengaruhi nilai *output* yang beragam.

## 5. Ukuran

Dalam setiap tahap proses produksi, harus ada ukuran sebagai standar penilaian agar setiap tahap proses produksi dapat dinilai kerjanya. Kemampuan dari standar ukuran tersebut merupakan faktor penting untuk mengukur kinerja seluruh tahap proses produksinya, dengan tujuan agar hasil yang diperoleh sesuai dengan rencana.

## 6. Lingkungan

Lingkungan dimana proses produksi berada sangat mempengaruhi hasil atau kinerja proses produksinya. Bila lingkungan kerjanya berubah, maka kinerjanya pun akan berubah. Bahkan faktor lingkungan eksternal pun dapat mempengaruhi kelima unsur tersebut diatas sehingga dapat menimbulkan variasi tugas pekerjaan.

## 2.2 Pengendalian Kualitas

Pembahasan tinjauan pustaka mengenai sub bab pengendalian kualitas terdiri dari beberapa pembahasan dari mulai pembahasan definisi pengendalian kualitas, tujuan pengendalian kualitas, langkah-langkah pengendalian kualitas, dan alat pengendalian kualitas. Untuk lebih jelasnya mengenai

pembahasan pengendalian kualitas dapat dilihat pada pembahasan sub-sub bab selanjutnya.

### **2.2.1 Definisi Pengendalian Kualitas**

Menurut (Montgomery) pengendalian kualitas adalah aktivitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan yang ada dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan standar yang telah ditetapkan. Sedangkan menurut Standar Industri Jepang (JIS), pengendalian kualitas adalah suatu sistem tentang metode produksi yang secara ekonomis memproduksi barang atau jasa yang bermutu yang memenuhi kebutuhan konsumen.

Dalam buku Pengantar Teknik Industri (Purnomo, 2011), aktivitas pengendalian kualitas pada umumnya meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Pengamatan terhadap performansi suatu produk atau proses.
2. Membandingkan performansi yang ditampilkan dengan standar yang berlaku.
3. Mengambil tindakan-tindakan bila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan, dan jika perlu membuat tindakan untuk mengoreksinya.

Dengan demikian, pengendalian kualitas merupakan kegiatan terpadu mulai dari standar mutu bahan, standar proses produksi, barang setengah jadi, barang jadi, sampai dengan standar pengiriman produk ke konsumen agar barang atau jasa yang diproduksi sesuai dengan kualitas yang direncanakan.

Seiring dengan terus berkembangnya peradaban manusia, maka standar kualitas akan kebutuhan yang ditetapkan oleh manusia itu sendiri akan semakin meningkat. Disinilah pengendalian kualitas produk memegang peranan penting dalam upaya memenuhi kebutuhan konsumen yang selalu mencari barang maupun jasa yang nilai gunanya lebih sempurna dan baik.

### **2.2.2 Tujuan Pengendalian Kualitas**

Adapun maksud dan tujuan pengendalian kualitas secara terperinci menurut Heizer & Render (2013), yaitu :

1. Peningkatan kepuasan pelanggan.
2. Penggunaan biaya yang serendah-rendahnya.
3. Selesai tepat pada waktunya.

Tujuan pokok pengendalian kualitas adalah, untuk mengetahui sampai sejauh mana proses dan hasil produk atau jasa yang dibuat sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan. Adapun tujuan pengendalian kualitas secara umum menurut Heizer & Render (2013), sebagai berikut:

1. Produk akhir mempunyai spesifikasi sesuai dengan standar mutu atau kualitas yang telah ditetapkan.
2. Agar biaya desain produk, biaya inspeksi, dan biaya proses produksi dapat berjalan secara efisien.
3. Prinsip pengendalian kualitas merupakan upaya untuk mencapai dan meningkatkan proses dilakukan secara terus-menerus untuk dianalisis agar menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan proses, sehingga proses tersebut memiliki kemampuan (kapabilitas) untuk memenuhi spesifikasi produk yang diinginkan oleh pelanggan.

### **2.2.3 Faktor-Faktor Pengendalian Kualitas**

Menurut Sofjan Assauri (2008), faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas terdiri dari beberapa point yaitu sebagai berikut:

1. Kemampuan proses  
Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunannya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.
2. Spesifikasi yang berlaku  
Spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku dari kedua segi yang telah disebutkan diatas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.
3. Tingkat ke tidak sesuaian yang dapaat diterima  
Tujuan dilakukan pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada dibawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyak produk yang berada dibawah standar yang dapat diterima.

#### 4. Biaya kualitas

Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas. Apabila ingin menghasilkan produk yang berkualitas tinggi maka dibutuhkan biaya kualitas yang relatif lebih besar. Yang terdiri dari beberapa biaya yaitu:

a. Biaya pencegahan (*Prevention Cost*)

Biaya ini merupakan biaya yang terjadi untuk mencegah terjadinya kerusakan produk yang dihasilkan. Biaya ini meliputi biaya yang berhubungan dengan perancangan dan pemeliharaan sistem kualitas.

b. Biaya deteksi atau penilaian (*Detection/Appraisal Cost*)

Biaya yang timbul untuk menentukan apakah produk atau jasa yang dihasilkan telah sesuai dengan persyaratan-persyaratan kualitas sehingga dapat menghindari kesalahan dan kerusakan sepanjang proses produksi.

c. Biaya kegagalan internal (*Internal Failure Cost*)

Merupakan biaya yang terjadi karena adanya ke tidak sesuai dengan persyaratan dan terdeteksi sebelum barang atau jasa tersebut dikirim ke pihak luar (pelanggan atau konsumen).

d. Biaya kegagalan eksternal (*Eksternal Failure Cost*)

Merupakan biaya yang terjadi karena produk atau jasa tidak sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang diketahui setelah produk tersebut dikirim kepada para pelanggan atau konsumen.

#### 2.2.4 Langkah-Langkah Pengendalian Kualitas

Menurut Purnomo (2011) pengendalian kualitas harus dilakukan melalui proses yang terus-menerus dan berkesinambungan. Proses pengendalian kualitas tersebut dapat dilakukan salah satunya dengan melalui penerapan PDCA (*plan –do–check–action*) yang diperkenalkan oleh Deming, seorang pakar kualitas ternama Amerika Serikat, sehingga siklus ini disebut siklus deming (Deming Cycle / Deming Wheel). Siklus PDCA (*plan –do–check–action*) umumnya digunakan untuk mengetes dan mengimplementasikan perubahan-perubahan untuk memperbaiki kinerja produk,

proses atau suatu sistem dimasa yang akan datang. Penjelasan dari tahap-tahap siklus PDCA yaitu sebagai berikut:

1. Mengembangkan rencana (*Plan*)

Merencanakan spesifikasi, menetapkan spesifikasi atau standar kualitas yang baik, memberi pengertian kepada bawahan akan pentingnya kualitas produk, pengendalian kualitas dilakukan secara terus-menerus dan berkesinambungan.

2. Melaksanakan rencana (*Do*)

Rencana yang telah disusun diimplementasikan secara bertahap, mulai dari skala kecil dan pembagian tugas secara merata sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dari setiap personil. Selama dalam melaksanakan rencana harus dilakukan pengendalian dari mulai tahap awal sampai dengan tahap akhir, yaitu mengupayakan agar seluruh rencana dilaksanakan dengan sebaik mungkin agar sasaran dapat tercapai.

3. Memeriksa atau meneliti hasil yang dicapai (*Check*)

Memeriksa atau meneliti merujuk pada penetapan apakah pelaksanaannya berada dalam jalur, sesuai dengan rencana dan memantau kemajuan perbaikan yang direncanakan. Membandingkan kualitas hasil produksi dengan standar yang telah ditetapkan, berdasarkan penelitian diperoleh data kegagalan dan kemudian ditelaah penyebab kegagalannya.

4. Melakukan tindakan penyesuaian bila diperlukan (*Action*)

Penyesuaian dilakukan bila dianggap perlu, yang didasarkan hasil analisis di atas. Penyesuaian berkaitan dengan standarisasi prosedur baru guna menghindari timbulnya kembali masalah yang sama atau menetapkan sasaran baru bagi perbaikan berikutnya.

Untuk melaksanakan pengendalian kualitas, terlebih dahulu perlu dipahami beberapa langkah dalam melaksanakan pengendalian kualitas. Menurut Roger G. Schroeder (2009) untuk mengimplementasikan perencanaan, pengendalian dan pengembangan kualitas diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan karakteristik (atribut) kualitas.
2. Menentukan bagaimana cara mengukur setiap karakteristik.
3. Menetapkan standar kualitas.
4. Menetapkan program inspeksi.
5. Mencari dan memperbaiki penyebab kualitas yang rendah.
6. Terus-menerus melakukan perbaikan.

Dalam pelaksanaan kegiatan pengendalian kualitas, GKM (gugus kendali mutu) melakukan perbaikan berkesinambungan dengan melakukan delapan langkah yang sering digunakan dalam analisis dan solusi masalah mutu/kualitas, delapan langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Memahami kebutuhan peningkatan kualitas.

Langkah awal dalam peningkatan kualitas adalah bahwa manajemen harus secara jelas memahami kebutuhan untuk peningkatan kualitas. Manajemen harus secara sadar memiliki alasan-alasan untuk peningkatan kualitas dikarenakan peningkatan kualitas merupakan suatu kebutuhan yang paling mendasar. Tanpa memahami kebutuhan untuk peningkatan kualitas, peningkatan kualitas tidak akan pernah efektif dan berhasil. Peningkatan kualitas dapat dimulai dari mengidentifikasi masalah kualitas yang terjadi atau kesempatan peningkatan apa yang mungkin dapat dilakukan. Identifikasi masalah dapat dimulai dengan mengajukan beberapa pertanyaan dengan menggunakan alat-alat bantu dalam peningkatan kualitas seperti, check sheet, atau diagram Pareto.

2. Menyatakan masalah kualitas yang ada.

Masalah-masalah utama yang telah dipilih dalam langkah pertama perlu dinyatakan dalam suatu pernyataan yang spesifik. Apabila berkaitan dengan masalah kualitas, masalah itu harus dirumuskan dalam bentuk informasi-informasi spesifik yang jelas, tegas, dan dapat diukur serta diharapkan dapat dihindari pernyataan masalah yang tidak jelas dan tidak dapat diukur sehingga dapat mempermudah penyelesaian.

3. Mengevaluasi penyebab utama.

Penyebab utama dapat dievaluasi menggunakan diagram sebab akibat. Dari berbagai faktor penyebab yang ada, kita dapat mengurutkan penyebab-penyebab dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan dampak dari penyebab terhadap kinerja produk, proses, atau sistem manajemen mutu secara keseluruhan.

4. Merencanakan solusi atas masalah.

Diharapkan rencana penyelesaian masalah berfokus pada tindakan tindakan untuk menghilangkan akar penyebab dari masalah yang ada. Rencana peningkatan untuk menghilangkan akar penyebab masalah yang ada diisi dalam suatu formulir daftar rencana tindakan.

5. Melaksanakan perbaikan.

Implementasi rencana solusi terhadap masalah mengikuti daftar rencana tindakan pengendalian kualitas. Dalam tahap pelaksanaan ini sangat dibutuhkan komitmen manajemen dan karyawan serta partisipasi total untuk secara bersama-sama menghilangkan akar penyebab dari masalah kualitas yang telah teridentifikasi.

6. Meneliti hasil perbaikan.

Setelah melaksanakan peningkatan kualitas perlu dilakukan studi dan evaluasi berdasarkan data yang dikumpulkan selama tahap pelaksanaan untuk mengetahui apakah masalah yang ada telah hilang atau berkurang. Analisis terhadap hasil-hasil temuan selama tahap pelaksanaan dan memberikan tambahan informasi bagi pembuat keputusan dan perencanaan peningkatan berikutnya.

7. Menstandarisasikan solusi terhadap masalah.

Hasil-hasil yang memuaskan dari tindakan pengendalian kualitas harus distandarisasikan, dan selanjutnya melakukan peningkatan terus menerus pada jenis masalah yang lain. Standarisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama terulang kembali.

8. Memecahkan masalah selanjutnya.

Setelah selesai masalah pertama selanjutnya beralih membahas masalah selanjutnya yang belum terpecahkan (jika ada).

### 2.2.5 Alat Pengendalian Kualitas

Alat bantu pengendalian kualitas secara statistik menurut Heizer dan Render (2015), terdiri dari 7 alat statistik diantaranya *check sheet*, histogram, *control chart*, diagram pareto, diagram sebab akibat, *scatter* diagram dan diagram proses. Dengan tujuan utama mengurangi produk cacat dengan biaya yang lebih rendah, untuk lebih jelasnya mengenai pembahasan 7 alat pengendalian kualitas dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

1. Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)

Check sheet atau lembar pemeriksaan adalah alat bantu manajemen mutu sederhana yang bentuknya menyerupai tabel dan digunakan untuk mengoleksi data. Check sheet dalam pengertian yang sebenarnya tak lain adalah tempat menuliskan catatan tentang jumlah sesuatu, di mana jumlah tersebut diisikan

satu demi satu, sehingga pada akhirnya dapat dijumlahkan nilai totalnya. Lembar pemeriksaan memiliki banyak tujuan, tetapi yang utama adalah untuk memudahkan pengumpulan data dalam bentuk yang dapat dengan mudah digunakan, dan dianalisis secara otomatis. Lembar pemeriksaan yang biasanya digunakan pada suatu pabrik mempunyai fungsi pemeriksaan distribusi proses produksi, pemeriksaan item cacat, pemeriksaan lokasi cacat, pemeriksaan penyebab cacat, pemeriksaan konfirmasi pemeriksaan, dan lainlain. Salah satu fungsi yang disebutkan adalah pemeriksaan item cacat, untuk mengurangi jumlah cacat yang terjadi dalam suatu proses perlu diketahui macam kerusakan dan persentasenya. Karena setiap kerusakan mempunyai penyebab yang berlainan, maka tidak tepat kalau hanya mencatat jumlah total kerusakan (Ishikawa 1989). Adapun manfaat penggunaan *check sheet* yaitu sebagai alat bantu pengendalian kualitas yaitu:

1. Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi.
2. Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi.
3. Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan.
4. Memisahkan antara opini dan fakta.

**CONTOH CHECK SHEET UNTUK PENYEBAB KERUSAKAN**

Produk \_\_\_\_\_ Pukul \_\_\_\_\_  
 Hari/ Tgl \_\_\_\_\_ Pekerja \_\_\_\_\_  
 Pengawas \_\_\_\_\_  
 Paraf \_\_\_\_\_

Petunjuk Pengisian:  
 • Beri tanda lidi (I) untuk setiap kejadian sesuai penyebab  
 • Tulis jumlah lidi pada kolom jumlah

No	Penyebab	Frekuensi	Jumlah
1	Tegangan Listrik tidak stabil	IIII	4
2	Gangguan Mesin	II	2
3	Mutu Bahan	II	2
4	Kesalahan Pekerja	III	3
		Jumlah	11

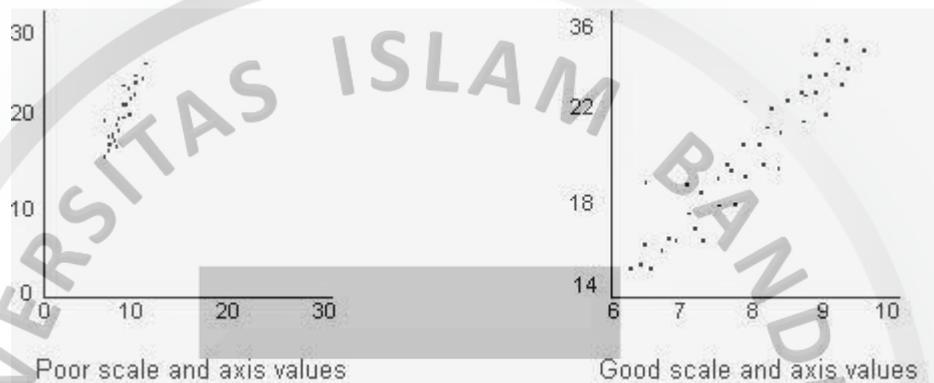
Hendra Poerwanto G

**Gambar 2. 1 Contoh Check Sheet**

## 2. Diagram Sebar ( *Scatter Diagram* )

Scatter diagram atau diagram sebar yang sering disebut juga dengan peta korelasi adalah grafik yang menampilkan hubungan antara dua variabel apakah

hubungan antara dua variabel tersebut kuat atau tidak yaitu antara faktor proses yang mempengaruhi proses dengan kualitas produk. Pada dasarnya diagram sebar merupakan suatu alat interpretasi data yang digunakan untuk menguji bagaimana kuatnya hubungan antara dua variabel dan menentukan jenis hubungan dari dua variabel tersebut, apakah positif, negatif, atau tidak ada hubungan. Dua variabel yang ditunjukkan dalam diagram sebar dapat berupa karakteristik kuat dan faktor yang mempengaruhinya. Untuk lebih jelasnya mengenai diagram sebar dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Diagram Sebar

### 3. Diagram Sebab-akibat ( *Cause and Effect Diagram* )

Diagram ini sering disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari. Selain itu kita juga dapat melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat dari panah-panah yang berbentuk tulang ikan pada diagram *fishbone* tersebut. Diagram sebab akibat ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas dari Jepang yaitu Dr. Kaoru Ishikawa yang menggunakan uraian grafis dari unsur-unsur proses untuk menganalisa sumber-sumber potensial dari penyimpangan proses.

Faktor-faktor penyebab utama terjadinya penyimpangan proses ini, dapat dikelompokkan dalam lima kelompok yaitu:

1. *Material* / bahan baku
2. *Machine* / mesin
3. *Man* / tenaga kerja
4. *Method* / metode
5. *Environment* / lingkungan

Adapun manfaat penggunaan dari diagram sebab akibat yaitu:

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah.
2. Menganalisa kondisi yang sebenarnya yang bertujuan untuk memperbaiki peningkatan kualitas.
3. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
4. Membantu dalam pencarian fakta lebih lanjut.
5. Mengurangi kondisi-kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan keluhan konsumen.
6. Menentukan standarisasi dari operasi yang sedang berjalan atau yang akan dilaksanakan.
7. Sarana pengambilan keputusan dalam menentukan pelatihan tenaga kerja.
8. Merencanakan tindakan perbaikan.

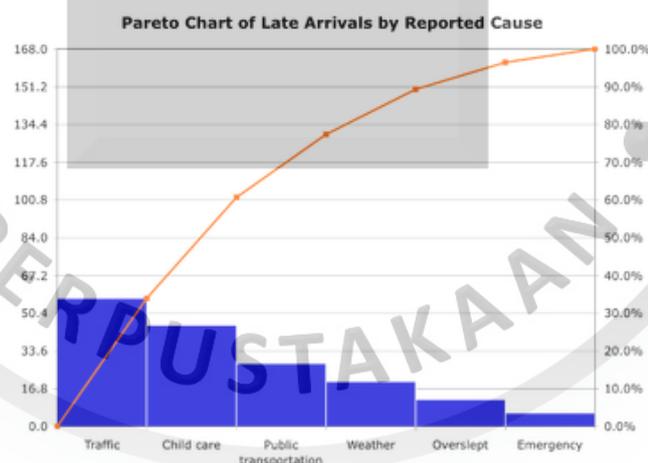
Langkah-langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat terdiri dari beberapa langkah yaitu:

1. Mengidentifikasi masalah utama.
  2. Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.
  3. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
  4. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
  5. Diagram telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.
4. Diagram Pareto ( *Pareto Analysis* )

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. Diagram pareto adalah grafik balok dan grafik baris yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data yang digunakan terhadap keseluruhan. Dengan memakai diagram Pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Fungsi diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil. Adapun manfaat dari penggunaan diagram pareto yaitu sebagai berikut:

1. Menunjukkan masalah utama.
2. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan terhadap keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah yang terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan setelah perbaikan.

Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi beberapa permasalahan yang penting, untuk mencari cacat yang terbesar dan yang paling berpengaruh. Pencarian cacat terbesar atau cacat yang paling berpengaruh dapat berguna untuk mencari beberapa wakil dari cacat yang teridentifikasi, kemudian dapat digunakan untuk membuat diagram sebab akibat. Hal ini perlu untuk dilakukan mengingat sangat sulit untuk mencari penyebab dari semua cacat yang teridentifikasi. Apabila semua cacat dianalisis untuk dicari penyebabnya maka hal tersebut hanya akan menghabiskan waktu dan biaya dengan sia-sia. Untuk lebih jelasnya mengenai contoh diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.3.



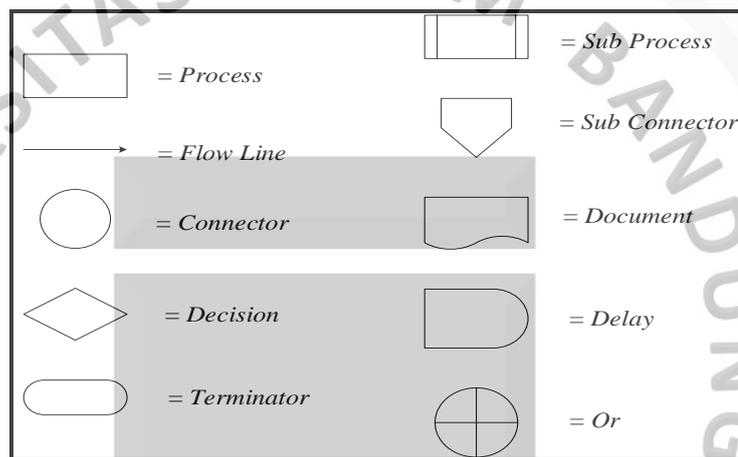
Gambar 2. 3 Diagram Pareto

##### 5. Diagram Alir/ Diagram Proses (*Process Flow Chart*)

Diagram Alir secara grafis menyajikan sebuah proses atau sistem dengan menggunakan kotak dan garis yang saling berhubungan. Diagram ini cukup sederhana, tetapi merupakan alat yang sangat baik untuk mencoba memahami sebuah proses atau menjelaskan langkah-langkah sebuah proses. Diagram Alir dipergunakan sebagai alat analisis untuk:

1. Mengumpulkan data mengimplementasikan data juga merupakan ringkasan visual dari data itu sehingga memudahkan dalam pemahaman.
2. Menunjukkan *output* dari suatu proses.
3. Menunjukkan apa yang sedang terjadi dalam situasi tertentu sepanjang waktu.
4. Menunjukkan kecenderungan dari data sepanjang waktu.
5. Membandingkan dari data periode yang satu dengan periode lain, juga memeriksa perubahan-perubahan yang terjadi.

Adapun contoh dari diagram proses dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Diagram Proses

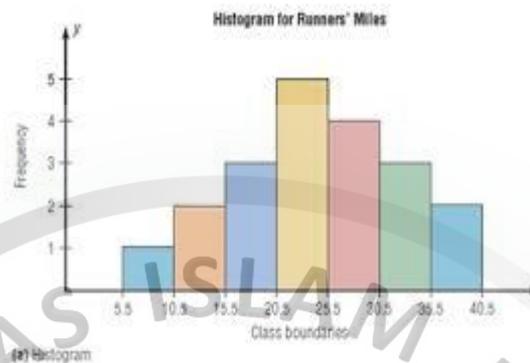
## 6. Histogram

Histogram adalah suatu alat yang membantu untuk menentukan variasi dalam proses. Berbentuk diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umumnya dikenal sebagai distribusi frekuensi. Histogram menunjukkan karakteristik-karakteristik dari data yang dibagi-bagi menjadi kelas-kelas. Histogram dapat berbentuk “normal” atau berbentuk seperti lonceng yang menunjukkan bahwa banyak data yang terdapat pada nilai rata-ratanya. Bentuk histogram yang miring atau tidak simetris menunjukkan bahwa banyak data yang tidak berada pada nilai rata-ratanya tetapi kebanyakan datanya berada pada batas atas atau bawah. Adapun manfaat dari penggunaan histogram adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran populasi.
2. Memperlihatkan variabel dalam susunan data.
3. Mengembangkan pengelompokan yang logis.

4. Pola-pola variasi mengungkapkan fakta-fakta produk tentang proses.

Adapun contoh dari histogram dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Histogram

#### 7. Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas atau proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali. Adapun manfaat dari penggunaan peta kendali adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada di dalam batas-batas kendali kualitas atau tidak terkendali.
2. Memantau proses produksi secara terus-menerus agar tetap stabil.
3. Menentukan kemampuan proses (*capability process*).
4. Mengevaluasi performance pelaksanaan dan kebijaksanaan pelaksanaan proses produksi.
5. Membantu menentukan kriteria batas penerimaan kualitas produk sebelum dipasarkan.

Pengelompokan jenis-jenis peta kendali tergantung pada tipe datanya. Menurut Gaspersz (2016) menjelaskan bahwa konteks pengendalian proses statistikal dikenal dua jenis data, yaitu:

1. Data variable, merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variable karakteristik kualitas adalah diameter pipa, ketebalan produk kayu, berat semen dalam

kantong dan lain-lain.

2. Data atribut, merupakan data kuantitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut karakteristik kualitas adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain.

Berdasarkan kedua tipe data tersebut, maka jenis-jenis peta kendali terbagi atas peta kendali untuk data variable dan peta kendali untuk data atribut. Beberapa peta kendali untuk data variable adalah peta kendali *Xbar-R Chart*, *Xbar-S Chart* dan *I-MR Chart* dan peta kendali untuk data atribut yang terdiri dari peta-P, peta-C, peta-*np* dan peta-U. Berdasarkan penelitian dan penggunaan metode maka peta kendali yang digunakan peta kendali P.

Peta kendali P merupakan salah satu peta kendali atribut yang digunakan untuk mengendalikan bagian produk cacat dari hasil produksi. Pengendalian proporsi kesalahan (*p-chart*) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan atau tidak. Dapat dikatakan juga sebagai perbandingan antara banyaknya cacat dengan semua pengamatan, yaitu setiap produk yang diklasifikasikan sebagai “diterima” atau “ditolak” (yang diperhatikan banyaknya produk cacat). Adapun langkah-langkah pembuatan peta kendali P yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan proporsi kesalahan

$$P = \frac{x}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

P = Proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = Banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam setiap inspeksi

2. Menghitung batas-batas kendali

Garis pusat (*Center Limit*), garis yang menunjukkan nilai tengah (*mean*) atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas, dengan rumus:

$$\bar{p} = CL = \frac{\sum_{i=1}^g pi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^g xi}{n} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

P = Garis pusat peta pengendalian proporsi kesalahan

P<sub>i</sub> = Proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi

n = Banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

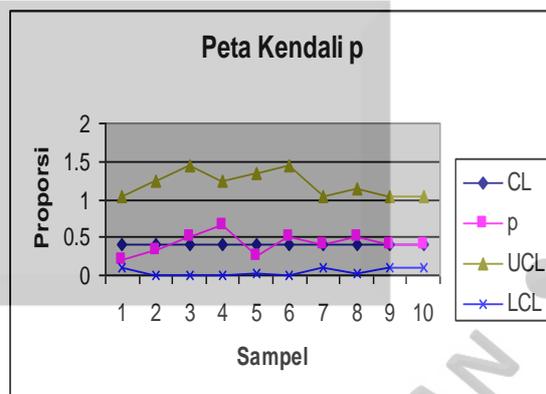
Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*), garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.

$$BPA = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*), garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.

$$BPB = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Berikut ini merupakan contoh peta kendali pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Peta Kendali P

### 2.3 Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone*)

*Fishbone* Diagram atau sering disebut diagram tulang ikan adalah konsep analisis sebab akibat yang dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa untuk mendeskripsikan suatu permasalahan dan penyebabnya dalam sebuah kerangka tulang ikan. *Fishbone* juga dikenal dengan istilah diagram Ishikawa, yang diadopsi dari nama seorang ahli pengendali statistik dari Jepang, yang menemukan dan mengembangkan diagram ini pada tahun 1960-an. Diagram ini pertama kali digunakan oleh Dr. Kaoru Ishikawa untuk manajemen kualitas di perusahaan Kawasaki, yang selanjutnya diakui sebagai salah satu pioner pembangunan dari proses manajemen modern.

Illie G. Dan Ciocoiu C.N. (2010) mendefinisikan diagram *Fishbone* sebagai alat (*tool*) yang menggambarkan sebuah cara yang sistematis dalam memandang berbagai dampak atau akibat dan penyebab yang membuat atau berkontribusi dalam berbagai dampak tersebut. Oleh karena fungsinya tersebut, diagram ini biasa disebut dengan diagram sebab-akibat.

Illie G. Dan Ciocoiu C.N (2010) mengutip dari *Basic Tools for Process Improvement* bahwa diagram *Fishbone* (Ishikawa) pada dasarnya menggambarkan sebuah model sugestif dari hubungan antara sebuah kejadian (dampak) dan berbagai penyebab kejadiannya. Struktur dari diagram tersebut membantu para pengguna untuk berpikir secara sistematis. Beberapa keuntungan dari konstruksi diagram tulang ikan antara lain membantu untuk mempertimbangkan akar berbagai penyebab dari permasalahan dengan pendekatan struktur, mendorong adanya partisipasi kelompok dan meningkatkan pengetahuan anggota kelompok terhadap proses analisis penyebab masalah, dan mengidentifikasi wilayah dimana data seharusnya dikumpulkan untuk penelitian lebih lanjut.

Adapun manfaat dari penggunaan diagram sebab-akibat, yaitu sebagai berikut:

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah dari suatu masalah.
2. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
3. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.
4. Mengidentifikasi tindakan untuk menciptakan hasil yang diinginkan.
5. Membuat isu secara lengkap dan rapi.
6. Menghasilkan pemikiran baru.

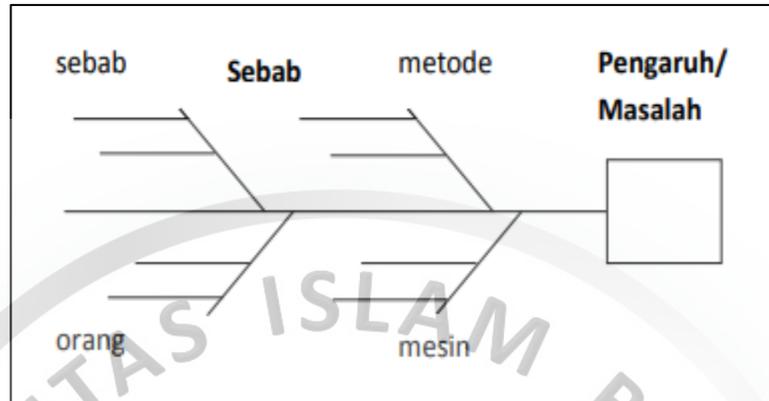
Beberapa manfaat lainnya dari membangun diagram tulang ikan adalah membantu menentukan akar penyebab masalah atau karakteristik kualitas menggunakan pendekatan terstruktur dari mulai manusia, mesin, metode, bahan lingkungan, mendorong partisipasi kelompok dan memanfaatkan pengetahuan kelompok proses, serta mengidentifikasi area dimana data harus dikumpulkan untuk studi lebih lanjut.

Berikut ini langkah-langkah dalam membuat diagram sebab-akibat yaitu sebagai berikut:

1. Menyepakati permasalahan utama yang terjadi dan diungkapkan bahwa masalah tersebut merupakan suatu pernyataan masalah (*problem statement*).
2. Mengidentifikasi penyebab masalah yang mungkin.
3. Identifikasi kategori penyebab.

4. Menemukan sebab potensial.
5. Mengkaji kembali.
6. Mencapai kesepakatan.

Untuk lebih jelasnya mengenai diagram sebab-akibat dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Diagram Sebab Akibat

#### 2.4 Metode Triz (*Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*)

TRIZ adalah akronim dari bahasa Rusia, *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*. Diterjemahkan dalam bahasa Inggris menjadi “*Theory of Inventive Problem Solving*”. TRIZ adalah hasil dari suatu analisis menyeluruh dari inovasi dunia teknologi yang paling kreatif sebagai uraian dalam literatur hak paten di seluruh dunia. Analisis ini telah dilaksanakan selama periode 50 tahun dengan jumlah total hak paten yang dianalisa sekarang kira-kira 3 juta.

Metodologi TRIZ menawarkan proses pemecahan masalah yang tersusun rapi dan mempunyai *high-power*. Aplikasi TRIZ yang diterapkan dalam industri merupakan pengganti dari metode trial-and-error yang tidak sistematis dalam mencari solusi masalah.

TRIZ dikembangkan oleh G.S Altshuller dan rekan-rekannya dari Uni Soviet. TRIZ adalah sebuah filosofi teknologi, metode ilmu dan teknologi, cara berpikir yang sistematis untuk ide pengembangan yang kreatif, sistem yang mencakup teknologi pengetahuan, software untuk basis data, dan lain-lain. Singkatnya, TRIZ menyediakan prinsip-prinsip yang hebat dan alat yang konkrit untuk pemikiran kreatif dalam rangkaian teknologi (Nakagawa, 2010).

##### 2.4.1 Langkah-Langkah Penggunaan Metode TRIZ

Adapun langkah-langkah Proses penyelesaian masalah menggunakan metode TRIZ memiliki tiga tahapan (Suryawan, 2014), yaitu:

1. Mengidentifikasi masalah yaitu dengan mencari tahu segala kemungkinan faktor-faktor yang dapat menjadi masalah.
2. Mengklasifikasikan masalah dengan menentukan faktor yang mendukung dan faktor yang menentang ke dalam 39 parameter teknis dan menggunakan matriks kontradiksi untuk mencari solusinya menjadi pola penyelesaian selanjutnya.
3. Menggunakan 40 prinsip kreatif untuk menemukan solusi permasalahan merupakan pola terakhir yang harus dikerjakan dalam penyelesaian kontradiksi.

#### 2.4.2 Tools TRIZ

Kontradiksi adalah desain antara dua parameter kinerja yang dapat diselesaikan dengan menggunakan satu atau lebih dari 40 prinsip kreatif. Dasar penggunaannya sudah teruji dari penelitian terdahulu yang telah menyelesaikan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan berbagai bidang permasalahan salah satunya permasalahan dibidang kualitas. Untuk mewakili kondisi kontradiksi teknis ini, TRIZ telah memilih 39 parameter teknik atau sistem dan menyediakan matriks permasalahan berukuran 39 x 39. Kemudian, dengan survey sejumlah besar paten yang telah diselesaikan, tiap paten dianalisa untuk menemukan tipe mana (diantara 39 x 39) dari kontradiksi teknis dan prinsip mana dari penemuan yang paling banyak digunakan dalam tiap tipe 39 x 39 permasalahan. Empat prinsip teratas pada tiap-tiap tipe permasalahan dicatat dalam bentuk tabel dari 39 x 39 elemen, tabel hasil dinamakan “Matriks Kontradiksi Altshuller”. Sedangkan untuk kontradiktif fisik dapat diselesaikan dengan *four separation principles*. Biasanya kontradiktif yang diselesaikan dahulu adalah kontradiktif teknis karena hasilnya sangat konkret dengan permasalahan yang akan dihadapi. Setelah itu langkah berikutnya memecahkan masalah kontradiksi fisik, kemudian menggunakan kedua metode secara bergantian tergantung pada masalah yang dihadapi dan menyesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi sehingga penyelesaian permasalahan bisa lebih cepat.

Pencipta TRIZ, Altshuller telah merumuskan sekitar lebih dari 1.500.000 masalah menjadi 39 parameter yang menimbulkan kontradiksi teknis. Parameter-parameter tersebut dinamakan 39 parameter teknis atau yang lebih dikenal dengan 39 *Engineering Parameters*, untuk lebih jelasnya mengenai 39 parameter teknis dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 39 Parameter TRIZ**

No	<i>Inventive Principles</i>	No	<i>Inventive Principles</i>
1	Berat obyek bergerak ( <i>Weight of moving object</i> )	21	Daya ( <i>Power</i> )
2	Berat obyek tidak bergerak atau diam ( <i>Weight of stationary object</i> )	22	Kehilangan energi ( <i>Loss of energy</i> )
3	Panjang obyek bergerak ( <i>Length of moving object</i> )	23	kehilangan material, unsur, inti, atau zat ( <i>Loss of substance</i> )
4	Panjang obyek tidak bergerak ( <i>Length of stationary object</i> )	24	Kehilangan informasi ( <i>Loss Of Information</i> )
5	Luas obyek bergerak ( <i>Area of moving object</i> )	25	Kehilangan waktu ( <i>Loss of time</i> )
6	Luas obyek tidak bergerak ( <i>Area of stationary object</i> )	26	Kuantitas unsur atau material yang dikeluarkan ( <i>Amount of substance</i> )
7	Volume obyek bergerak ( <i>Volume of moving object</i> )	27	Keandalan ( <i>Reliability</i> )
8	Volume obyek tidak bergerak ( <i>Volume of stationary object</i> )	28	Akurasi pengukuran ( <i>Measurement accuracy</i> )
9	Kecepatan ( <i>Speed</i> )	29	Kepresisian manufaktur ( <i>Accuracy of Manufacturing</i> )
10	Gaya atau daya angkat ( <i>Force</i> )	30	Bahaya eksternal yang memengaruhi obyek ( <i>External harm effect the object</i> )
11	Stres atau tekanan ( <i>Stress or pressure</i> )	31	Faktor berbahaya dari obyek yang dihasilkan ( <i>Object generated harmful factors</i> )
12	Bentuk ( <i>Shape</i> )	32	Kemudahan pembuatan ( <i>Ease of manufacture</i> )
13	Stabilitas komposisi obyek terhadap sistem ( <i>Stability of object Composition</i> )	33	Kemudahan pengoperasian ( <i>Ease of operation</i> )
14	Kekuatan ( <i>Strength</i> )	34	Kemudahan perbaikan ( <i>Ease of repair</i> )
15	Durasi tindakan oleh obyek bergerak ( <i>Duration of action by a moving object</i> )	35	Fleksibilitas dalam beradaptasi ( <i>Adaptibility of versatinty</i> )
16	Durasi tindakan oleh obyek tidak bergerak ( <i>Duration of action by a stationary object</i> )	36	Kompleksitas perangkat ( <i>Device Complexity</i> )
17	Suhu ( <i>Temperature</i> )	37	Kesulitan mendeteksi dan mengukur ( <i>Difficulty of detecting and measuring</i> )
18	Intensitas pencahayaan ( <i>Illumination Intensity</i> )	38	Tingkat otomasi ( <i>Extent of automation</i> )
19	Penggunaan energi oleh obyek bergerak ( <i>Use of energy by moving object</i> )	39	Produktivitas ( <i>Productivity</i> )
20	Penggunaan energi oleh obyek tidak bergerak ( <i>Use of energy by stationary object</i> )		

Matriks kontradiksi berfungsi untuk memperlihatkan situasi yang memiliki dua fitur yang saling tergantung atau terkait dan peningkatan solusi untuk sistem yang lebih baik. Pada matriks kontradiksi terdapat fitur yang ditingkatkan (*improved feature*) dan fitur memburuk (*worsened feature*). Ketika salah satu parameter akan ditingkatkan seperti kekuatan maka parameter terkait seperti berat data bertambah parah. Fitur memburuk adalah *output* yang kita dapatkan sebagai konsekuensi dari mengubah atau memperbaiki parameter lain. Cara menggunakan Matriks tersebut cukup mudah, yaitu

dengan membandingkan parameter yang ingin diperbaiki (bagian kiri) dengan parameter yang menjadi kontradiksi (bagian atas). Sehingga pada persilangan antara kedua parameter tersebut mendapatkan angka-angka yang merupakan solusi dari penyelesaian konflik tersebut (Rantanen dan Domb, 2018). Untuk lebih jelasnya mengenai penggunaan matriks kontradiksi dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Lampiran 2 halaman 95.

**Tabel 2.2 Matriks Kontradiksi**

	<i>Improved Featur</i>	<i>Worsened Featur</i>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		<i>Weight of Moving Object</i>	<i>Weight of Stationary Object</i>	<i>Length of Moving Object</i>	<i>Length of Stationary Object</i>	<i>Area of Moving Object</i>	<i>Area of Stationary Object</i>	<i>Volume of Moving Object</i>	<i>Volume of Stationary Object</i>	<i>Speed</i>	<i>Force</i>
1	<i>Weight of Moving Object</i>	All	All	15, 8, 29, 34	All	29, 17, 38, 34	All	29, 2, 40, 28	All	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37
2	<i>Weight of Stationary Object</i>	All	All	All	10, 1, 29, 35	All	35, 30, 13, 2	All	5, 35, 14, 2	All	8, 10, 19, 35
3	<i>Length of Moving Object</i>	8, 15, 29, 34	All	All	All	15, 17, 4	All	7, 17, 4, 35	All	13, 4, 8	17, 10, 4
4	<i>Length of Stationary Object</i>	All	35, 28, 40, 29	All	All	All	17, 7, 10, 40	All	35, 8, 2, 14	All	28, 10
5	<i>Area of Moving Object</i>	2, 17, 29, 4	All	14, 15, 18, 4	All	All	All	7, 14, 17, 4	All	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2
6	<i>Area of Stationary Object</i>	All	30, 2, 14, 18	All	26, 7, 9, 39	All	All	All	All	All	1, 18, 35, 36
7	<i>Volume of Moving Object</i>	2, 26, 29, 40	All	1, 7, 4, 35	All	1, 7, 4, 17	All	All	All	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37
8	<i>Volume of Stationary Object</i>	All	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	All	All	All	All	All	2, 18, 37
9	<i>Speed</i>	2, 28, 13, 38	All	13, 14, 8	All	29, 30, 34	All	7, 29, 34	All	All	13, 28, 15, 19
10	<i>Force</i>	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	All

Altshuller bersama dengan beberapa peneliti lain telah mengumpulkan contoh-contoh penggunaan berulang solusi yang sama. Hasil dari penelitian tersebut adalah 40 *inventive principles* prinsip yang didasarkan dari informasi 10.000 solusi yang telah berhasil. 40 *inventive principles* tersebut merupakan pemecah masalah yang sangat efektif, mudah digunakan, murah, juga sebagai alat pemecahan masalah yang dapat berdiri sendiri. Namun demikian, akan lebih efektif lagi bila dapat digunakan bersama dengan alat-alat atau *tools* pendukung lainnya. Pola evolusi, keidealan, dan analisis kontradiksi mungkin akan memberikan solusi yang berbeda dengan 40 *inventive principles*, tetapi pada dasarnya semua alat-alat tersebut saling menguatkan dan memperkaya satu sama lain. Untuk lebih jelasnya mengenai 40 *inventive principles* yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.3 40 Inventive Principles**

No	<i>Inventive Principles</i>	No	<i>Inventive Principles</i>
1	<i>Segmentation</i> (Membagi menjadi ruas-ruas)	21	<i>Rushing through</i> (Melakukan proses tertentu)
2	<i>Extraction</i> (pemisahan)	22	<i>Convert harm into benefit</i> (Tindakan lanjut yang berguna)
3	<i>Local Quality</i> (kualitas lokal)	23	<i>Feedback</i> (Umpan balik)
4	<i>Asymmetry</i> (merubah bentuk simetri menjadi asimetri)	24	<i>Mediator</i> (Perantara)
5	<i>Combining</i> (menggabungkan suatu obyek yang identik)	25	<i>Self-service</i> (Objek melayani dirinya sendiri)
6	<i>Universality</i> (Memaksimalkan semua fungsi)	26	<i>Copying</i> (Menyalin sebuah objek atau sistem)
7	<i>Nesting</i> (menempatkan suatu objek pada objek lain)	27	<i>Dispose</i> (Objek identik dan murah)
8	<i>Counterweight</i> (menggabungkan objek dengan benda lain)	28	<i>Replacement of a mechanical system</i> (Mengganti ke sistem sensorik)
9	<i>Prior counteraction</i> (Anti tindakan awal)	29	<i>Pneumatic or hydraulic construction</i> (menggunakan gas / cairan)
10	<i>Prior Action</i> (Tindakan awal sebelum hal tersebut dibutuhkan)	30	<i>Flexible membranes or thin film</i> (Kerangka yang flexible)
11	<i>Beforehand compensation</i> (Menyiapkan kondisi darurat)	31	<i>Porous materials</i> (Objek / sistem yang dititipkan)
12	<i>Equipotentiality</i> (Menyiapkan kondisi paling dekat)	32	<i>Changing the color</i> (Perubahan warna)
13	<i>Do it in Reverse</i> (Tindakan sebaliknya untuk penyelesaian masalah)	33	<i>Homogeneity</i> (Interaksi Objek)
14	<i>Spheroidality</i> (Merubah objek datar menjadi bulat)	34	<i>Rejecting and regenerating parts</i> (Pembuangan dan pemulihan)
15	<i>Dynamicity</i> (Membuat objek menjadi dinamis/optimal)	35	<i>Transformation of properties</i> (Perubahan parameter)
16	<i>Partial or excessive action</i> (Memperbaiki objek secara bertahap)	36	<i>Phase Transition</i> (Fase Transisi)
17	<i>Moving to a new dimension</i> (Berpindah ke dimensi yang baru)	37	<i>Thermal Expansion</i> (Expansi Termal)
18	<i>Mechanical vibration</i> (Meningkatkan frekuensi)	38	<i>Accelerated Oxidation</i> (Oksidan yang kuat)
19	<i>Periodic action</i> (Tindakan Periodik)	39	<i>Inert Environment</i> (Atmosfir tanpa daya)
20	<i>Continuity of a useful action</i> (Tindakan yang bermanfaat)	40	<i>Composite materials</i> (Material komposit)

## 2.5 Metode FMEA

Didalam mengevaluasi perencanaan sistem dari sudut pandang reliability, *failure modes and effect analysis* (FMEA) merupakan metode yang vital. Sejarah FMEA berawal pada tahun 1950 ketika teknik tersebut digunakan dalam merancang dan mengembangkan sistem kendali penerbangan. Sejak saat itu teknik FMEA diterima dengan baik oleh industri luas. FMEA (*failure mode and effect analysis*) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan

adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

Metode yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan di PT Indah Varia Eka selaras, yaitu tingginya produk cacat, penyelesaian menggunakan metode TRIZ. Metode ini dipilih karena menyelesaikan permasalahan dengan dasar penelitian terdahulu yang lebih dari 10.000 peneliti, sehingga dapat menghilangkan permasalahan produk cacat berdasarkan kontradiksi dan parameter-parameter yang sudah ditetapkan yaitu 39 *Engineering Parameters* dan 40 *inventive principles*. Apabila menggunakan metode FMEA untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di PT Indah Varia Eka selaras ini tidak akan cocok, karena metode ini semua komponen dianalisis dan didokumenkan. Oleh karena itu FMEA sangatlah banyak permintaannya sehingga Jumlah dokumentasi bisa dalam jumlah besar. Untuk lebih jelasnya mengenai kelebihan dan kekurangan antara metode TRIZ dan metode FMEA dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Kelebihan dan kekurangan metode TRIZ dan FMEA**

Metode	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
<i>Theory of Inventive Problem Solving</i> (TRIZ)	Pendekatan sistematis untuk memecahkan berbagai permasalahan secara kreatif dengan menggunakan alat bantu 39 parameter TRIZ dan 40 parameter prinsip kreatif untuk menyelesaikan permasalahan dengan dasar berbagai macam pengalaman terdahulu.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memiliki parameter-parameter yang sudah ditetapkan</li> <li>- Penyelesaian masalah diselesaikan dengan prinsip kreatif</li> <li>- Menyelesaikan masalah dengan tabel matriks kontradiksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terjadi dampak perbaikan <i>improved feature</i> (fitur yang akan ditingkatkan) dengan <i>worsened feature</i> (fitur yang menjadi dampak dari perbaikan), sehingga perlu dikaji lebih dalam untuk meminimasi dari dampak perbaikan.</li> </ul>
<i>failure modes and effect analysis</i> (FMEA)	Suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan ( <i>failure mode</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kegagalan yang paling berisiko dapat ditunjukkan lebih jelas dengan menggunakan nilai <i>risk priority number</i> (RPN)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semua komponen dianalisis dan didokumenkan termasuk kegagalan terdahulu, sehingga permintaan dokumen bisa dalam jumlah besar.</li> </ul>