

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini akan dijelaskan mengenai teori-teori dan referensi yang menunjang permasalahan pada penelitian. Teori-teori ini yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar pemahaman materi berkaitan dengan permasalahan yang diangkat serta digunakan dalam menganalisa data. Tinjauan pustaka bersumber dari jurnal, penelitian terdahulu, dan buku.

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang terkait dengan pengendalian kualitas menggunakan metode *Six Sigma* dan *TRIZ* yang telah dilakukan dapat digunakan sebagai referensi penulis dalam melakukan penelitian ini. Penelitian terdahulu digunakan sebagai perbandingan untuk mengetahui perbedaan penelitian ini. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini:

1. Annuuru, Pricily (2009) melakukan penelitian dengan judul “Penerapan *Lean Six Sigma* dan *Theory of Inventive Problem Solving* untuk Mengurangi Waste dan Perbaikan Kualitas di PT. Ecco Indonesia”. Penelitian ini memfokuskan pada upaya untuk mencari solusi-solusi yang dapat menurunkan jumlah waste dan menghasilkan solusi potensial untuk mengatasi masalah kualitas yang terjadi. Dengan mengikuti metodologi *Lean Six Sigma* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), pada tahap *Define* dilakukan identifikasi waste melalui value stream mapping kemudian dilakukan pembobotan dan pemilihan tools secara detail dengan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT). Pada tahap *improve* akan dilakukan metode *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ), sebagai solusi yang dihasilkan. Dalam penelitian ini diperoleh kinerja perusahaan khusus pada *group* sepatu BIOM dalam level sigma sebelum perbaikan sebesar 4 sigma, di mana nilai ini merupakan standar kinerja industri secara internasional. Penyebab utama masalah kualitas adalah *over roughing* dan *2nd injection*. Solusi TRIZ menghasilkan perbaikan adalah berupa implementasi penggunaan alarm dan lampu sebagai signal, penambahan *diluents* kedalam material, dan pemanasan mould sebelum dipasang pada mesin.

2. Darmawan, Puspitasari, dan Herianto (2012) dengan jurnal berjudul “Analisis Cacat Produk Susu Bubuk Formula dengan Metode TRIZ-Six Sigma”. Penelitian dilakukan dengan metode TRIZ-Six Sigma. TRIZ digunakan dalam Six Sigma untuk memformulasikan, menganalisis dan menyelesaikan permasalahan dengan cepat dan tepat. Tahapan Six Sigma yang digunakan adalah DMAIC, (*Define, Measure, Analysis, Improve, Control*). Dari hasil penelitian didapatkan nilai level sigma 2,48 yang menunjukkan bahwa perusahaan belum mampu bersaing dengan perusahaan kelas dunia yang memiliki level sigma 6. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa jenis cacat terbesar terjadi pada proses *primary packaging* sebesar 5,36% yang terdiri dari cacat bobot sebesar 98% dan cacat kemasan sebesar 1,3%. Perbaikan difokuskan pada cacat bobot karena jenis cacat tersebut memiliki persentase terbesar. Dari hasil analisis diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap cacat bobot adalah kecepatan dan tipe material. Perbaikan dilakukan dengan cara mengatur kecepatan mesin sesuai dengan tipe material produk.
3. Valentinus Dattu Yudanto (2010) melakukan penelitian dengan judul “Perbaikan Kualitas di Departemen Incandescent PT. GE Lightning Indonesia menggunakan metode Six Sigma dan TRIZ”. Penelitian menggunakan tahap perbaikan kualitas dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Pada tahap *Define* mendefinisikan permasalahan dan menentukan jenis cacat terbesar yang terjadi, kemudian pada tahap *Measure* menghitung level sigma dari jenis cacat tersebut dengan rumus yang telah ditentukan, juga untuk mengetahui kapabilitas proses (*yield*). Tahap *Analysis* menganalisis hasil perhitungan level sigma, lalu mencari akar penyebab terjadinya cacat dengan bantuan *Fish Bone Diagram*. Kemudian pada tahap *Improve* mencari dan menentukan solusi dengan bantuan tool TRIZ 40 *Principle*, untuk membantu menyelesaikan masalah dengan menyeimbangkan parameter-parameter kontradiksi. Tahap terakhir *Control* memberikan usulan atas tindakan pemeriksaan lanjut atas usulan perbaikan yang akan dilakukan. Dari hasil penelitian diketahui cacat pecah batang flare merupakan yang terbesar, dengan sigma level sebesar 4,3 dan penyebab utama terjadinya cacat tersebut karena penumpukan lampu di *conveyor* mesin *exhaust*. Terhadap 2 solusi alternatif yang muncul. Berdasarkan tabel perbandingan serta pertimbangan dari perusahaan, pihak perusahaan memilih menggunakan alternatif II, yaitu untuk menambahkan sekat karet pada *belt conveyor*.

Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian mengenai cacat dan penyebabnya yang sering terjadi pada produk botol 19 liter di PT Berlina. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cacat yang paling sering terjadi serta faktor yang paling berpengaruh (kritis) dari terjadinya cacat dan level sigma pada perusahaan. Selain itu juga memberikan solusi perbaikan untuk mengurangi cacat yang terjadi pada produk botol 19 liter.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

| No | Penulis                                    | Objek                                                                                        | Tools                                                 | Hasil                                                                                                                                                                                         |
|----|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Pricily Annnuuru (2009)                    | Waste pada setiap proses produksi di PT. Ecco Indonesia                                      | DMAIC, VSM, Diagram SIPOC, VALSAT, FMEAP, RCA, TRIZ   | Solusi TRIZ menghasilkan berupa implementasi penggunaan alarm dan lampu sebagai signal, penambahan <i>diluents</i> ke dalam material, dan pemanasan <i>mould</i> sebelum dipasang pada mesin. |
| 2  | Darmawan, Puspitasari, dan Herianto (2012) | Cacat pada produk susu bubuk formulasi di PT. Z                                              | DMAI, Diagram pareto, <i>Fish bone Diagram</i> , TRIZ | Usulan perbaikan berupa mengatur kecepatan mesin sesuai dengan tipe material produk.                                                                                                          |
| 3  | Valentinus Dattu Yudanto (2010)            | Pada produk lampu pijar G-40 di Line 5 Departemen Incandescent di PT. GE Lightning Indonesia | DMAIC, <i>Fish Bone Diagram</i> , TRIZ                | Pembuatan standar pemeriksaan baru terhadap pemeliharaan dan operasional mesin berdasarkan nilai RPN yang terbesar pada tahap Improve                                                         |
| 4  | Penelitian ini (2015)                      | Cacat pada produk botol 19 liter di PT. Berlina Tbk.                                         | DMAI, Diagram Pareto, RCA, TRIZ                       | Rekomendasi perbaikan untuk mengurangi cacat                                                                                                                                                  |

## 2.2 Produksi

Proses produksi menurut Assauri (2004:65), terdiri dari dua kata yaitu proses dan produksi. Proses adalah cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada dirubah untuk memperoleh suatu hasil. Sedangkan produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa. Oleh karena itu, proses produksi dapat diartikan sebagai cara, metode dan teknik menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan-bahan dan biaya) yang ada untuk menciptakan atau menambah daya guna suatu barang dan jasa. Proses produksi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Proses produksi yang terus-menerus (*continuous processes*) adalah proses produksi yang menggunakan peralatan produksi yang telah dipersiapkan untuk pemakaian jangka lama tanpa mengalami perubahan set-up untuk memproduksi satu barang produksi saja.
2. Proses produksi yang terputus-putus (*intermittent processes*) adalah proses produksi yang menggunakan peralatan produksi yang telah dipersiapkan untuk pemakaian jangka pendek dan kemudian dirubah atau dipersiapkan kembali untuk memproduksi barang yang lain.

## 2.3 Mesin

Menurut Assauri (2004:70), mesin adalah suatu peralatan yang digerakkan oleh suatu kekuatan atau tenaga yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian produk tertentu. Selain mesin juga dikenal istilah *tools*, yaitu instrumen atau perkakas yang dipergunakan untuk melakukan pekerjaan dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian produk.

Jenis jenis mesin pada prinsipnya dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. *General Purpose Machines*

Merupakan mesin-mesin yang dibuat untuk mengerjakan pekerjaan-pekerjaan tertentu untuk berbagai jenis produk atau bagian dari produk.

2. *Special Purpose Machines*

*Special Purpose Machines* adalah mesin-mesin yang direncanakan dan dibuat untuk mengerjakan satu atau beberapa jenis kegiatan yang sama, melakukan satu macam pekerjaan atau membuat satu macam produk.

## 2.4 Operation Process Chart

*Operation Process Chart* (OPC) adalah suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan-bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis yang lebih lanjut, seperti: waktu yang dihabiskan, material yang digunakan dan tempat atau alat mesin yang dipakai (Wignjosoebroto, 2003:100).

Peta-peta kerja merupakan salah satu alat yang sistematis dan jelas untuk berkomunikasi secara luas dan sekaligus melalui peta-peta kerja ini kita bisa mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja. Jadi dalam suatu *Operation Process Chart* (OPC), dicatat hanyalah kegiatan-kegiatan operasi dan pemeriksaan saja, kadang-kadang pada akhir proses dicatat tentang penyimpanan.

Manfaat pembuatan OPC antara lain:

1. Untuk menentukan kebutuhan operator.
2. Mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarnya.
3. Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi ditiap operasi).
4. Alat untuk melakukan perbaikan cara kerja.
5. Alat untuk menentukan tata letak pabrik.
6. Alat untuk latihan kerja.
7. Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penggunaannya.
8. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.

Informasi-informasi yang bisa didapat dari pembuatan OPC adalah:

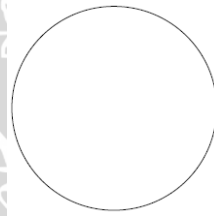
1. Mengetahui banyaknya komponen yang digunakan.
2. Untuk mengetahui urutan proses pengerjaan produk.
3. Mengetahui komponen utama dan komponen tambahan.
4. Peralatan atau mesin yang digunakan.
5. Waktu penyelesaian tahapan proses pengerjaan produk.
6. Analisis dan ringkasan aktivitas

Untuk bisa menggambarkan Peta Proses Operasi dengan baik, ada beberapa prinsip yang perlu diikuti sebagai berikut:

1. Pertama-tama pada baris paling atas dinyatakan sebagai bagian “kepala” dari Peta Proses Operasi yang diikuti oleh identifikasi lain seperti:
  - a. Nama objek
  - b. Nama pembuat peta
  - c. Tanggal dipetakan
  - d. Nomor peta
  - e. Nomor gambar
2. Material yang akan diproses diletakan diatas garis horizontal, yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk kedalam proses.
3. Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertikal, yang menunjukkan terjadinya perubahan proses.

Lambang-lambang yang digunakan untuk pembuatan OPC antara lain:

- a. Proses operasi adalah kegiatan diaman komponen mengalami perubahan karena dirakit dengan komponen lain.



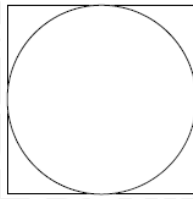
Gambar 2.1 Lambang Operasi  
Sumber: Wignjosoebroto (2003:98)

- b. Pemeriksaan adalah kegiatan memeriksa benda atau bahan baku dari segi kualitas maupun kuantitas.



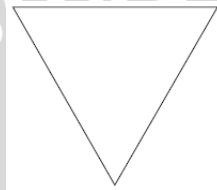
Gambar 2.2 Lambang Pemeriksaan  
Sumber: Wignjosoebroto (2003:98)

- c. Aktivitas gabungan adalah kegiatan diimana antara perakitan dan pemeriksaan dilakukan secara bersamaan atau dalam selang waktu yang relatif singkat.



Gambar 2.3 Lambang Aktivitas Gabungan  
Sumber: Wignjosoebroto (2003:99)

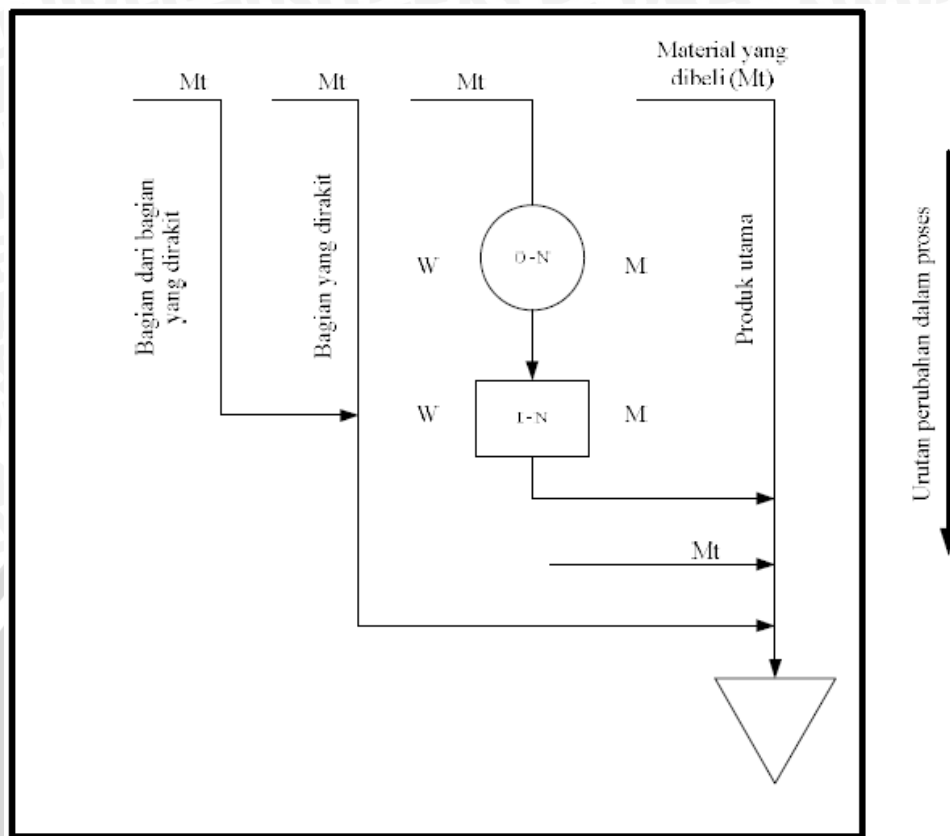
- d. Penyimpanan adalah seandainya benda kerja disimpan dalam waktu yang lama dan jika akan mengambil kembali biasanya harus berdasarkan rekomendasi atau izin terlebih dahulu.



Gambar 2.4 Lambang Penyimpanan  
Sumber: Wignjosoebroto (2003:99)

4. Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut dengan proses yang terjadi.
5. Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran untuk kegiatan operasi.
6. Agar diperoleh gambar peta operasi yang baik, produk yang biasanya paling banyak memerlukan operasi harus dipetakan terlebih dahulu, berarti dipetakan dengan garis vertikal disebelah kanan halaman kertas.
7. Setelah semua proses digambarkan dengan lengkap, pada akhir halaman dicatat tentang ringkasannya, yang memuat tentang informasi-informasi seperti: jumlah operasi, jumlah pemeriksaan dan jumlah yang dibutuhkan.

Secara sketsa, prinsip-prinsip pembuatan Peta Proses Operasi ini bisa digunakan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Sketsa Peta Proses Operasi (OPC)  
Sumber: Wignjosoebroto (2003:103)

Keterangan:

- W = Waktu yang dibutuhkan untuk suatu operasi atau pemeriksaan, biasanya dalam jam.
- O - N = Nomor urut untuk kegiatan operasi tersebut.
- I - N = Nomor urut untuk kegiatan pemeriksaan tersebut.
- M = Menunjukkan mesin atau tempat dimana kegiatan tersebut dilaksanakan.

Ada empat hal yang perlu diperhatikan atau dipertimbangkan agar diperoleh suatu proses kerja yang baik melalui analisis peta proses operasi, yaitu analisis terhadap bahan-bahan, operasi, pemeriksaan dan waktu penyelesaian suatu proses. Keempat hal tersebut di atas, dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Bahan-bahan

Kita harus mempertimbangkan semua alternatif dari bahan yang digunakan, proses penyelesaian dan toleransi sedemikian rupa sehingga sesuai dengan fungsi, reabilitas, pelayanan dan waktunya.

b. Operasi

Juga dalam dalam hal ini kita harus mempertimbangkan semua alternatif yang mungkin untuk proses pengolahan, pembuatan, pengerjaan dengan mesin atau metode perakitannya, beserta alat-alat dan perlengkapan yang digunakan. Perbaikan yang mungkin bisa dilakukan misalnya dengan menghilangkan, menggabungkan, mengubah atau menyederhanakan operasi-operasi yang terjadi.

c. Pemeriksaan

Dalam hal ini kita harus mempunyai standar kualitas. Suatu objek dikatakan memenuhi syarat kualitasnya jika setelah dibandingkan dengan standar ternyata lebih baik atau minimal sama. Proses pemeriksaan bisa dilakukan dengan teknik sampling atau satu persatu dari semua objek yang dibuat tentunya cara yang terakhir tersebut dilaksanakan apabila jumlah produksinya sedikit.

d. Waktu

Untuk mempersingkat waktu penyelesaian, kita harus mempertimbangkan semua alternatif mengenai metode, peralatan dan tentunya penggunaan perlengkapan perlengkapan khusus.

## 2.5 Definisi Kualitas

Menurut Garvin (1988:217), 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 peningkatan ketrampilan tenaga kerja, perubahan proses produksi dan tugas, serta perubahan lingkungan perusahaan agar produk dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

Definisi kualitas menurut *ISO 8402* dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik bahan baku, produk maupun proses (proses produksi, distribusi, dan jasa). Kualitas memerlukan suatu proses perbaikan yang terus-menerus (*continuous improvement process*) yang dapat diukur dengan dukungan manajemen, karyawan, dan pemerintah.

## 2.6 Pengendalian Kualitas

### 2.6.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Pengertian pengendalian kualitas menurut Cawley dan Harrold dalam Ariani (2004:54) merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitori, mengendalikan, menganalisis, mengelola dan memperbaiki produk dengan menggunakan metode-metode yang dianjurkan. Sedangkan pengendalian kualitas menurut Goetch dan Davis dalam Ariani (2004:4) adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan produk pelayanan, orang, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melatih apa yang diharapkan. Kegiatan pengendalian itu sendiri dilaksanakan dengan cara memonitor keluaran (*output*), membandingkan dengan standar, menafsirkan perbedaan-perbedaan dan mengambil tindakan-tindakan untuk menyesuaikan kembali proses-proses itu sehingga sesuai dengan standar. Dalam kegiatan pengendalian kualitas tersebut tidak hanya meliputi penetapan standar produk atau proses dari pihak produsen melainkan standar yang ditetapkan produsen tersebut juga harus sesuai dengan spesifikasi atau toleransi yang ditetapkan oleh pihak konsumen.

### 2.6.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Manajemen perusahaan di dalam kegiatannya mengendalikan kualitas berusaha agar produknya sesuai dengan apa yang telah ditentukan. Dengan melaksanakan pengendalian kualitas mengandung beberapa tujuan (Assauri, 1993:274), yaitu :

1. Agar output dapat mencapai standar mutu yang telah ditetapkan
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi menjadi rendah
3. Mengusahakan agar biaya desain produk dan proses menjadi rendah
4. Mengusahakan agar biaya kualitas menjadi rendah

## 2.7 Six Sigma

*Six Sigma* adalah suatu strategi perbaikan bisnis untuk menghilangkan pemborosan, mengurangi biaya karena menghasilkan kualitas yang buruk, dan memperbaiki efektifitas dan efisiensi semua kegiatan operasi sehingga mampu memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. *Six Sigma* juga menjadi bagian dari strategi manajemen karena *Six Sigma* menghendaki perubahan nilai-nilai dan budaya dan pengenalan pada seluruh anggota organisasi dan perubahan secara substansial dalam struktur dan infrastruktur organisasi (Ariani, 2004:189)

### 2.7.1 Konsep Six Sigma

*Six Sigma* dijadikan alat ukur untuk menciptakan metode atau strategi yang tepat dalam proses transaksi antara pihak produsen dan konsumen. *Six Sigma* juga menerapkan strategi atau terobosan dalam perusahaan yang memungkinkan perusahaan tersebut dapat maju dan meningkat pesat tingkat produktivitasnya (Gasperz, 2002:64).

Metode ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah yang sederhana DMAIC yang merupakan singkatan dari *define* (merumuskan), *measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisis), *Improve* (meningkatkan atau memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya. Pada dasarnya pelanggan akan merasa puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma* maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,9997 % dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk tersebut. Konversi *yield* ke DPMO dan Nilai Sigma dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.2 Konversi Nilai Yield ke DPMO

| Yield (probabilitas tanpa cacat) | DPMO<br>(defect per million opportunity) | Nilai sigma |
|----------------------------------|------------------------------------------|-------------|
| 30,9 %                           | 690. 000                                 | 1           |
| 62,9 %                           | 308. 000                                 | 2           |
| 93,3 %                           | 66. 800                                  | 3           |
| 99,4 %                           | 6. 210                                   | 4           |
| 99,98 %                          | 320                                      | 5           |
| 99,9997 %                        | 3,4                                      | 6           |

Sumber: Gasperz (2002:11)

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma* (Gasperz, 2002:99), yaitu:

1. Identifikasi pelanggan
2. Identifikasi produk
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan
4. Definisi proses
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada
6. Tingkatkan proses secara terus-menerus menuju target *Six Sigma*.

### 2.7.2 Manfaat Six Sigma

Ada beberapa manfaat *Six Sigma* bagi perusahaan (Pande, 2000:12), yaitu:

1. Menghasilkan sukses berkelanjutan

Cara untuk melanjutkan pertumbuhan dan tetap menguasai pertumbuhan pasar yang aman adalah terus-menerus berinovasi. *Six Sigma* merupakan upaya untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus (*continous improvement*).

2. Mengatur tujuan kinerja bagi setiap orang

Dalam sebuah perusahaan, setiap orang bekerja dengan memiliki tujuan yang sama. *Six Sigma* merupakan alat untuk menciptakan sebuah tujuan yang konsisten yaitu kesempurnaan 99,9997 % atau 3,4 cacat dalam sejuta peluang.

3. Memperkuat nilai pada pelanggan

Dengan persaingan yang ketat di setiap industri, hanya produk yang memiliki kualitas terbaik yang dapat diterima oleh pelanggan. Fokus pada pelanggan adalah inti dari *Six Sigma* dengan mempelajari nilai yang diinginkan oleh pelanggan terhadap produk.

4. Mempercepat tingkat perbaikan

Perusahaan yang mampu melakukan perbaikan dengan cepat dapat memenangkan persaingan di pasar. Dengan menggunakan *Six Sigma* membantu perusahaan untuk tidak hanya meningkatkan kinerjanya tetapi juga meningkatkan perbaikan.

5. Mempromosikan pembelajaran dan “*cross pollination*”

*Six Sigma* merupakan sebuah pendekatan yang dapat meningkatkan dan mempercepat pengembangan dan penyebaran ide-ide baru dalam sebuah organisasi. Orang-orang yang terlatih dengan keahlian dalam banyak proses serta kemampuan dalam mengelola dan memperbaiki proses dapat dipindahkan ke divisi lain dengan kemampuan untuk menerapkan proses dengan lebih cepat. Ide-ide mereka dibagikan sehingga kinerja mudah untuk dibandingkan.

6. Melakukan perubahan strategi

Dengan lebih memahami proses dan prosedur perusahaan akan memberikan kemampuan yang lebih besar untuk melakukan penyesuaian-penyesuaian kecil maupun perubahan-perubahan besar yang dituntut oleh proses bisnis.

### 2.7.3 Tahap-tahap Pengendalian Kualitas dengan Six Sigma DMAIC

Menurut Gaspersz (2002:8), metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *six sigma* dengan mengurangi kecacatan.

#### 2.7.3.1 Define

Tahap *define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini kita perlu mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan:

- a. Kriteria pemilihan proyek *six sigma*
- b. Peran dan tanggung jawab dari orang – orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*
- c. Kebutuhan pelatihan untuk orang – orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*
- d. Proses – proses kunci dalam proyek *six sigma* beserta pelanggannya
- e. Kebutuhan spesifik dari pelanggan
- f. Pernyataan tujuan proyek *six sigma*

#### 2.7.3.2 Measure

*Measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Tahap ini dilakukan dengan memilih dan mengidentifikasi karakteristik kualitas dalam suatu produk, mengembangkan rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, atau *outcome*, dan menyediakan sebuah kesimpulan untuk sebuah evaluasi yang dilakukan untuk beberapa karakteristik yang didasarkan pada pengumpulan data observasi.

Menurut Gaspersz (2002:96), Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat yaitu:

- a. Pengukuran pada tingkat proses (*Process level*) adalah mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan.
- b. Pengukuran pada tingkat *output* (*Output level*) adalah mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.

- c. Pengukuran pada tingkat *outcome* (*Outcome level*) adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional pelanggan. Pengukuran pada tingkat *outcome* merupakan tingkat tertinggi dalam pengukuran kinerja kualitas.

Pada tahap *measure* dilakukan pengukuran *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) pada masing-masing jenis *defect*. DPMO merupakan ukuran kegagalan yang dihitung berdasarkan banyaknya kegagalan per satu juta kesempatan. Target yang ingin dicapai adalah adanya kegagalan produk sebesar 3,4 tiap satu juta kesempatan. DPMO dapat dihitung dengan rumus (Gaspersz, 2002:99):

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2-1)$$

$$\text{Dengan nilai DPO} = \frac{\text{Banyaknya produk yang cacat}}{(\text{Banyaknya yang diperiksa} \times CTQ)} \quad (2-2)$$

$$DPO = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Peluang}} \quad (2-3)$$

Perhitungan level Sigma dengan microsoft excel menggunakan persamaan:

(Gaspersz, 2002:126)

$$\text{Level sigma} = \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2-4)$$

### 2.7.3.3 Analyze

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas six sigma. Pada tahap ini perlu untuk menentukan stabilitas (*stability*) dari kapabilitas/kemampuan (*ability*) dari proses, menetapkan target – target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan, mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan dan mengkonversikan banyak kegagalandalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*)(Gaspersz, 2002:200)

Alat-alat yang akan digunakan dalam melakukan analisis bergantung pada masalah serta proses dan bagaimana cara pendekatan masalah yang dilakukan. (Dalam Christian, skripsi, 2013:19), terdapat dua sumber kunci dari input untuk menentukan penyebab sesungguhnya dari masalah yang ditargetkan yaitu:

- a. Analisis data

Menggunakan ukuran-ukuran dan data-data yang telah dikumpulkan atau data baru yang telah dikumpulkan dalam fase *analyze*, untuk membedakan pola-pola,

kecenderungan, atau faktor-faktor lain mengenai masalah yang menunjukkan atau membuktikan penyebab-penyebab yang mungkin.

b. Analisis proses

Penyelidikan yang lebih dalam dan memahami bagaimana pekerjaan dilakukan untuk mengidentifikasi inkonsistensi, “disconnect”, atau bidang-bidang masalah yang mungkin menyebabkan atau memberikan kontribusi terhadap masalah.

Untuk menemukan sumber penyebab masalah kualitas digunakan alat analisis diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan.

#### 2.7.3.4 Improve

Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Tim peningkatan kualitas *Six Sigma* harus memutuskan target yang ingin dicapai, mengapa rencana tindakan tersebut dilakukan, siapa penanggung jawabnya, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu dan berapa besar biaya pelaksanaannya serta manfaat positif dari implementasi rencana tindakan tersebut.

Tim proyeksi *Six Sigma* telah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas sekaligus memonitor efektivitas dari rencana tindakan yang dilakukan sepanjang waktu. Efektivitas dari rencana tindakan yang dilakukan akan tampak dari penurunan presentase biaya kegagalan kualitas yaitu *Cost Of Poor Quality* (COPQ) terhadap nilai penjualan total sejalan dengan meningkatkan kapabilitas proses. Setiap rencana yang diimplementasikan harus dievaluasi tingkat efektivitasnya melalui pencapaian target kinerja dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yaitu menurunkan DPMO menuju target *zero defect* atau mencapai tingkat kapabilitas proses pada tingkat yang lebih besar atau sama dengan 6 sigma, serta mengkonversi manfaat hasil-hasil ke dalam penurunan presentase biaya kegagalan kualitas.

Manfaat dari peningkatan kualitas yang diukur berdasarkan prosentase antara COPQ terhadap penjualan ditunjukkan dalam Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.3 Manfaat dari Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma

| Tingkat pencapaian sigma                                                                                       | DPMO                                    | COPQ                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| 1 sigma                                                                                                        | 691. 462 (sangat tidak kompetitif)      | Tidak dapat dihitung   |
| 2 sigma                                                                                                        | 308. 536 (rata-rata industri Indonesia) | Tidak dapat dihitung   |
| 3 sigma                                                                                                        | 66. 807                                 | 25-40 % dari penjualan |
| 4 sigma                                                                                                        | 6. 210 (rata-rata industri USA)         | 15-25 % dari penjualan |
| 5 sigma                                                                                                        | 233                                     | 5-15 % dari penjualan  |
| 6 sigma                                                                                                        | 3,4 (industri kelas dunia)              | < 1% dari penjualan    |
| Setiap peningkatan atau pergeseran 1 sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10 % dari penjualan. |                                         |                        |

Sumber: Gaspersz (2002:268)

### 2.7.3.5 Control

*Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan *Six Sigma* (Gaspersz, 2002:293). Pada tahap ini, hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses dan kualitas produk distandarisasikan dan disebarluaskan untuk mencegah masalah yang sama atau praktek – praktek lama terulang kembali, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar agar hasil yang sudah ditunjukkan bisa dipertahankan dan dilakukan secara berkesinambungan. Pada dasarnya, kontrol digunakan untuk mengontrol proses perbaikan yang telah dilakukan.

## 2.8 Tools of Quality

Alat pengendalian kualitas proses statistik merupakan alat bantu yang bermanfaat untuk memetakan lingkup persoalan, menyusun data dalam diagram – diagram agar lebih mudah untuk dipahami, menelusuri berbagai kemungkinan penyebab persoalan dan memperjelas kenyataan atau fenomena yang otentik dalam suatu persoalan. Tujuh alat pengendali statistik oleh Heizer dan Render (2006) antara lain yaitu *check sheet*, *histogram*, *control chart*, *diagram pareto*, *fishbone diagram*, *scatter diagram* dan *diagram proses*.

### 2.8.1 Diagram Pareto

Diagram Pareto (Pareto Analysis) adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah atas cacat dan untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah. Diagram ini berdasarkan pekerjaan Vilfredo Pareto, seorang pakar ekonomi di abad ke-19. Joseph M. Juran mempopulerkan pekerjaan Pareto dengan menyatakan

bahwa 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang hanya 20%. (Heizer dan Render, 2006:266)

Dengan memakai diagram pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah.

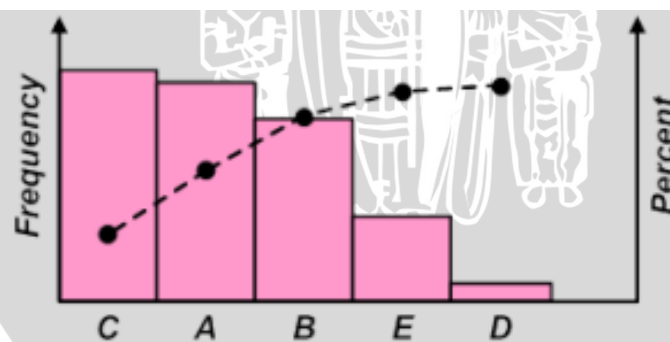
Pada dasarnya diagram pareto dapat digunakan sebagai alat interpretasi untuk:

- Analisa komplain (jumlah kejadian) di perusahaan.
- Analisa jenis *defect* (pcs) yang terjadi dari hasil QC.
- Analisa *losses* (unit) sparepart di gudang
- Analisa pemborosan (Rp) atas hilangnya peralatan produksi
- Analisa produk *rework* (pcs) berdasar tipe produk
- Analisa *breakdown* mesin (frekuensi atau jam) berdasar jenis mesin

Manfaat dari diagram pareto:

- Merupakan pedoman memilih peluang perbaikan berdasar prinsip “*vital few*” dari “*trivial many*”
- Memfokuskan sumber daya pada area / *defect* / penyebab yang menghasilkan keuntungan yang terbesar
- Membandingkan frekuensi dan/atau dampak dari berbagai penyebab masalah

Berikut dibawah ini merupakan contoh Diagram Pareto pada gambar 2. 1



Gambar 2.6 Contoh Diagram Pareto  
Sumber : Heizer (2006:266)

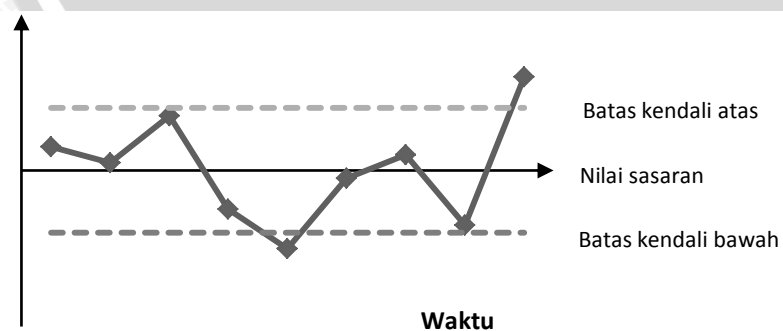
### 2.8.2 Peta Kontrol (*Control Chart*)

Peta kendali (*Control Chart*) adalah gambaran grafik data sejalan dengan waktu yang menunjukkan batas atas dan bawah proses yang ingin kita kendalikan. Peta kendali dibangun sedemikian rupa sehingga data baru dapat dibandingkan dengan data masa lalu secara cepat. Sampel output proses diambil dan rata-rata sampel ini dipetakan pada sebuah

diagram yang memiliki batas. Batas atas dan bawah dalam sebuah diagram kendali bisa dalam satuan temperatur, tekanan, berat, panjang, dan sebagainya (Heizer dan Render, 2006:268). Nilai dari karakteristik kualitas yang dimonitor, digambarkan sepanjang sumbu y, sedangkan sumbu x menggambarkan sampel atau subgroup dari karakteristik kualitas tersebut. Sebagai contoh karakteristik kualitas adalah panjang rata-rata, diameter rata-rata, dan waktu pelayanan rata-rata. Semua karakteristik tersebut dinamakan variabel dimana nilai numeriknya dapat diketahui. Sedangkan atribut adalah karakteristik kualitas yang ditunjukkan dengan jumlah produk cacat, jumlah ketidaksesuaian dalam satu unit, serta jumlah cacat per unit. Terdapat tiga garis pada grafik pengendali (*Control chart*), yaitu:

- Garis pusat (*center line*), garis yang menunjukkan nilai tengah (*mean*) atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang di-plot-kan pada peta kendali.
- Upper control limit* (UCL), garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
- Lower control limit* (LCL), garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.

3. Garis-garis tersebut ditentukan dari data historis, terkadang besarnya UCL dan LCL ditentukan oleh *confidence interval* dari kurva normal. Dengan *control chart*, kita dapat menarik kesimpulan tentang apakah variasi proses konsisten (dalam batas kendali) atau tidak dapat diprediksi (di luar batas kendali karena dipengaruhi oleh *special cause of variation*, yaitu variasi yang terjadi karena faktor dari luar sistem). Jika terdapat data yang berada di luar batas pengendali atas dan batas pengendali bawah serta pada pola data tidak acak atau random maka dapat diambil kesimpulan bahwa data berada di luar kendali statistik. Berikut dibawah ini merupakan contoh Peta Kontrol (*Control Chart*) pada gambar 2. 7



Gambar 2.7 Contoh *Control Chart*  
Sumber: Heizer dan Render, 2009

### 2.8.2.1 Peta Kontrol untuk Data Atribut

Data atribut (*Attributes Data*), yaitu data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Data atribut bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu ringkasan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan, maka cacatan itu dianggap sebagai “atribut”. Contoh dari atribut adalah ketiadaan label dalam kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain (Gasperz, 1998). Peta kendali yang digunakan untuk data atribut adalah Peta Kendali P karena jenis data yang diambil adalah jenis data atribut yang digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berarti dikategorikan cacat.

$$P = \frac{x}{n} \quad (2-5)$$

Dimana:

P = Proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = Banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam setiap inspeksi

Garis pusat (*Center Line*) peta kontrol p:

$$P = GP \ p = CL = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n \cdot g} \quad (2-6)$$

Dimana :

P = Garis pusat peta pengendalian proporsi kesalahan

Pi = Proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi

n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

g = Banyaknya observasi yang dilakukan

Sedangkan batas pengendalian atas (BPA) dan batas pengendalian bawah (BPB) untuk peta pengendali proporsi kesalahan tersebut (untuk 3 sigma) adalah :

$$BPA = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2-7)$$

$$BPB = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2-8)$$

### 2.8.3 Checklist

*Checklist* merupakan suatu daftar yang berisi nama subjek ataupun faktor yang ingin diamati dimana cara penggunaannya hanya dengan memberikan tanda centang pada *list* faktor sesuai dengan kolom yang telah tersedia. *Checklist* bersifat sangat selektif karena

berisi *list* yang dibatasi pada jawaban *ok* atau *not ok*. Fungsi dari *checklist* adalah pencatat hasil observasi terhadap objek yang diamati. Nantinya *checklist* akan berguna sebagai rekapan data, dan mengetahui apakah suatu objek yang diteliti telah berjalan sesuai dengan prosedur atau keinginan atau tidak. Contoh Checklist dapat dilihat pada Gambar 2. 8

| Goldenbug Ltd<br>Checklist for requirement specification report |                                                                                                                                       |     |    |       |          |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-------|----------|
| Project name: _____                                             |                                                                                                                                       |     |    |       |          |
| The reviewed document: _____ Version: _____                     |                                                                                                                                       |     |    |       |          |
| Item no.                                                        | Subject                                                                                                                               | Yes | No | N.A.* | Comments |
| <b>1</b>                                                        | <b>The document</b>                                                                                                                   |     |    |       |          |
| 1.1                                                             | Prepared according to configuration management requirements                                                                           |     |    |       |          |
| 1.2                                                             | Structure conforms to the relevant template                                                                                           |     |    |       |          |
| 1.3                                                             | Reviewed document is complete                                                                                                         |     |    |       |          |
| 1.4                                                             | Proper references to former documents, standards, etc.                                                                                |     |    |       |          |
| <b>2</b>                                                        | <b>Specifying the requirements</b>                                                                                                    |     |    |       |          |
| 2.1                                                             | Required functions were properly defined and clearly and fully phrased                                                                |     |    |       |          |
| 2.2                                                             | Designed inputs conform with required outputs                                                                                         |     |    |       |          |
| 2.3                                                             | Software requirement specifications conform with product requirements                                                                 |     |    |       |          |
| 2.4                                                             | Required interfaces with external software packages and computerized equipment are fully defined and clearly phrased                  |     |    |       |          |
| 2.5                                                             | GUI interfaces are fully defined and clearly phrased                                                                                  |     |    |       |          |
| 2.6                                                             | Performance requirements – response time, input flow capacity, storage capacity – are correctly defined and fully and clearly phrased |     |    |       |          |

Gambar 2.8 Contoh *Checklist*  
Sumber: Yanuar (2012)

## 2.9 Indeks Kapabilitas Proses (Cp)

Kapabilitas proses adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Gaspersz, 2002). Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas *Six Sigma* ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Sebaliknya apabila proses memiliki kapabilitas yang jelek, proses itu akan menghasilkan banyak produk yang berada di luar batas-batas spesifikasi sehingga menimbulkan kerugian karena banyak produk akan ditolak.

Indeks Kapabilitas Proses (Cp) dihitung menggunakan rumus berikut: (Park, 2013:23)

$$Cp = \frac{\text{Level Sigma}}{3} \quad (2-9)$$

Dimana :

Kriteria penilaian :

Jika  $C_p \geq 2$  maka kapabilitas proses sangat baik dan mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang telah ditetapkan.

Jika  $1,00 \leq C_p \leq 1,99$  maka kapabilitas proses berada pada tidak sampai cukup mampu sehingga perlu peningkatan proses guna menuju target kegagalan nol.

Jika  $C_p < 1,00$  maka kapabilitas proses rendah dan sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol.

### 2.10 Critical To Quality (CTQ)

CTQ adalah unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi output dari proses itu sendiri. CTQ merupakan atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan keinginan pelanggan, serta merupakan elemen-elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan konsumen.

CTQ dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. Biasanya bentuknya berupa turunan masalah atau *breakdown* dari semua masalah sampai tercapai atau teridentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi keinginan pelanggan.

### 2.11 Root Cause Analysis

*Root Cause Analysis* adalah sebuah metode terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dari kegagalan sistem. RCA diyakini dapat memecahkan permasalahan dengan mencari akar permasalahan dan tidak hanya sekedar menempatkan gejala-gejala yang sudah tampak jelas secara langsung.

Menurut Vesna dan Branislav (2011:17) terdapat empat langkah proses untuk membuat RCA, yaitu:

1. Mengumpulkan data
2. Memetakan Faktor Penyebab
3. Mengidentifikasi akar permasalahan
4. Memberikan rekomendasi dan juga implementasi

### 2.12 Theory Of Inventive Problem Solving

TRIZ adalah problem solving method berdasarkan kreatifitas, logika, dan data, yang menghasilkan solusi terhadap permasalahan yang ada. TRIZ merupakan akronim dalam bahasa Rusia dari *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadach*, dalam bahasa Inggris dikenal sebagai “The Theory of Inventive Problem Solving”. Geinrich Alsthuller mengemukakan dan mengembangkan pertama kali pada tahun 1946, dalam pengamatannya terhadap ratusan ribu paten produk yang telah dikeluarkan. Hasil pengamatan tersebut memberikan berbagai macam jenis solusi yang dirangkum dalam 40 *inventive principles*. Setiap prinsip yang diterapkan merupakan hasil kontradiksi yang terjadi dari berbagai macam atribut tertentu ketika pemecahan dianalisa (Annuuru, 2009:31).

*Ideality function* atau *final result*, *separation principle*, 40 *inventive principles*, 39 *engineering parameters*, dan *contradiction matrix* adalah tools utama yang digunakan dalam pemecahan masalah dalam TRIZ. *Ideality function* adalah pernyataan yang menyatakan kondisi ideal yang ingin dicapai.

#### 2.12.1 Contradiction

Kontradiksi dalam bahasa Indonesia berarti berlawanan atau kondisi yang saling bertentangan dalam segi hasil. Sebuah parameternya diperbaiki mengalami kontradiksi terhadap parameter lain maka kondisi ideal dari sistem tersebut sulit dicapai.

Dalam TRIZ terdapat 2 jenis kontradiksi yaitu technical contradictions dan physical contradictions. Technical contradiction atau dikenal trade-offs, adalah kondisi sulit atau bahkan tidak bisa dicapai karena terhalang oleh kondisi alami dari sistem tersebut. Dengan kata lain, ketika suatu parameter meningkat maka parameter lain akan mengalami penurunan. Sedangkan physical contradictions adalah situasi dimana suatu parameter meningkat akibat adanya parameter lain yang bersifat berlawanan (Rantanen dan Domb, 2002:25).

#### 2.12.2 Prosedur Penggunaan TRIZ

Prosedur penggunaan TRIZ terdiri dari 5 tahapan yaitu (Rantanen dan Domb, 2002:192):

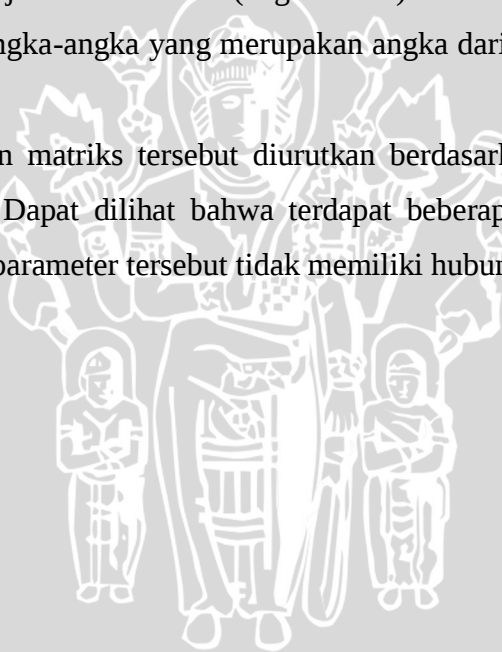
1. Identifikasi masalah
2. Formulasikan permasalahan

3. Cari atribut contradiction dan buat matrix yang akan dikembangkan dengan TRIZ melalui 39 engineering parameters.
4. Temukan pemecahan masalah yang ada dengan melihat 40 inventive principles
5. Aplikasikan pemecahan masalah TRIZ yang masih bersifat umum ke dalam pemecahan yang lebih bersifat spesifik.

Penjelasan dari 40 inventive principles ditunjukkan pada **Lampiran 1** dan penjelasan mengenai 39 engineering parameter standar yang telah ditetapkan oleh Altshuller dan tim ditunjukkan pada **Lampiran 2**.

Parameter-parameter tersebut saling dibandingkan sehingga membentuk Matriks TRIZ seperti yang ditunjukkan pada **Lampiran 3**. Cara menggunakan Matriks tersebut cukup mudah, yaitu dengan membandingkan parameter yang ingin diperbaiki (bagian kiri) dengan parameter yang menjadi kontradiksi (bagian atas). Persilangan antara kedua parameter tersebut terdapat angka-angka yang merupakan angka dari 40 prinsip yang telah dijelaskan.

Angka dalam persilangan matriks tersebut diurutkan berdasarkan prioritas tertinggi dalam menentukan usulan. Dapat dilihat bahwa terdapat beberapa matriks yang tidak memiliki nilai, karena kedua parameter tersebut tidak memiliki hubungan kontradiksi.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

