

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 *State of Art*

Pada *state of art* ini diambil dari beberapa penelitian terdahulu sebagai panduan penulis untuk penelitian yang akan dilakukan, yang kemudian akan menjadi acuan dan perbandingan dalam melakukan penelitian ini. Dalam *state of art* ini akan terdapat beberapa jurnal.

Penelitian pertama dari OB. Bayu Sinantra, dan Lumandono Narto pada tahun 2017 dengan judul Implementasi Six Sigma Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Produktivitas. Penelitian ini dilakukan di salah satu percetakan kertas yang ada di Sidoarjo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki proses dan sekaligus mengurangi cacat produk sehingga diharapkan ada peningkatan dan perbaikan produk yang dihasilkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada baseline kinerjanya ditemukan cacat sebanyak 13.958.703 pcs dalam pemakaian kertas 354.795.081 lembar. Kecacatan produk paling tinggi yaitu pada jenis cacat sobek sebesar 20,7%, cacat miring 20,6%, cacat buram 20,3%, cacat kotor 19,4% dan cacat terlipat 19,1%. Terdapat 4 macam *potential cause* pada jenis kecacatan sobek yang harus diperbaiki untuk mengurangi *defect*, sehingga produktivitas dapat ditingkatkan.

Penelitian kedua dari Suparto dan Deni Okta Yusanto pada tahun 2018 dengan judul Analisa Kualitas Produk di PT. Surabaya Meka Box Ltd dengan Metode Six Sigma dan Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi factor-faktor penyebab cacat kemudian mengukur baseline kinerja lalu memberikan solusi yang dapat mengurangi jumlah kecacatan. Hasil analisa yang diperoleh untuk kertas test liner 125 gsm nilai DPMO sebesar 382 dan nilai sigma sebesar 4,9. Sedangkan untuk kertas medium 125 gsm nilai DPMO sebesar 1971 dan nilai sigma sebesar 4,4. Jika dilihat dari diagram pareto, cacat B3B merupakan cacat yang paling dominan untuk kertas liner 125 gsm yaitu 66 roll dari total produksi sebesar 7517 roll sedangkan untuk kertas medium 125 gsm cacat paling dominan adalah NGT sebanyak 529 roll dari total produksi sebesar 11669 roll. Usulan untuk cacat B3B yaitu pemilihan bahan baku secara lebih teliti, seksama dan berulang-ulang sedangkan untuk cacat NGT yaitu pengaturan tension pada mesin rewinding agar kedua sisinya sama rata.

Penelitian ketiga dari Dino Caesaron dan Tandianto pada tahun 2013 dengan judul Penerapan Metode Six Sigma dengan Pendekatan DMAIC Pada Proses Handling Painted Body BMW X3 (Studi Kasus: PT. Tjahja Sakti Motor). Tingkat sigma dari produksi *painted body* BMW X3 saat ini berada di level 3,3 sigma, maka dari itu diperlukan perbaikan untuk mencapai level 6 sigma. Menggunakan alat diagram pareto dengan menggunakan data cacat produksi yang ada, didapat 4 jenis defect yaitu Flex sebesar 31,3%, Chip sebesar 24,7%, Contamination sebesar 18,7% dan Scratch sebesar 13,3% yang akan dijadikan prioritas dalam penanganan masalah.

Penelitian keempat dari Albert Laurent Satrijo, Yenny Sari, M. Arbi Hidayat pada tahun 2013 dengan judul Perbaikan Kualitas Proses Produksi Dengan Metode Six Sigma di PT. Catur Pilar Sejahtera, Sidoarjo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mereduksi cacat yang terjadi selama proses pemotongan sampai dengan proses penyablonan guna mencapai kepuasan konsumen. Nilai sigma pada proses pemotongan sebesar 4,9 dan pada proses penyablonan sebesar 3,9. Setelah dilakukan implementasi perbaikan, menyebabkan nilai sigma pada departemen pemotongan meningkat menjadi 5,2 dan pada departemen penyablonan meningkat menjadi 4,5.

Penelitian kelima dari Hani Sirine dan Elisabeth Penti Kurniawati pada tahun 2017 dengan judul Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus PT Diras Concept Sukoharjo). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengendalian kualitas menggunakan metode six sigma diterapkan di perusahaan manufaktur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perusahaan yang menjadi tempat penelitian ini memiliki rata-rata cacat 0,34%, artinya biaya kualitasnya kurang dari 1% dari penjualan. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan telah mencapai six sigma, yang berarti perusahaan benar-benar telah melakukan control kualitas yang sangat baik.

Penelitian keenam dari Didiharyanto, Marsal, dan Bakhtiar pada tahun 2018 dengan judul Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Metode Six Sigma Pada Industry Air Minum PT Asera Tirta Posidonia, Kota Palopo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis pengendalian kualitas produksi dengan metode six sigma dalam meningkatkan mutu produksi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata tingkat sigma 1,929 atau berada pada kondisi 2 sigma dengan kemungkinan kerusakan sebesar 335.287 untuk sejuta kali proses produksi atau sebesar 33,5% DPMO.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Definisi Kualitas

Secara umum definisi kualitas adalah karakteristik dari suatu produk atau jasa yang ditentukan oleh pemakai atau *customer* dan diperoleh melalui pengukuran proses serta melalui pengukuran proses serta melalui perbaikan yang berkelanjutan. Namun ada beberapa pendapat ahli mengenai definisi dari kualitas. Seperti menurut (Deming, 1986) Kesulitan dalam pendefinisian kualitas adalah menterjemahkan atau mengubah kebutuhan yang akan datang dari pengguna kedalam suatu spesifikasi atau karakteristik produk. Sehingga produk tersebut dapat didesain dan diubah untuk memberikan kepuasan dengan harga yang akan dibayar oleh pengguna atau konsumen.

Menurut (Crosby, 1979) Kualitas adalah kesesuaian antara permintaan dan spesifikasi, pendapat ini juga mirip dengan pendapat yang dikemukakan oleh (Juran, 1974) yang menyatakan bahwa kualitas adalah kelayakan atau kecocokan penggunaan.

Secara umum, menurut Vincent Gazpersz (2005) mengidentifikasikan delapan dimensi kualitas yang digunakan untuk menganalisis kualitas barang, sebagai berikut:

1. Kinerja (*performance*), berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang paling dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk.
2. *Features*, adalah aspek kedua dari performansi yaitu menambah fungsi dasar dari suatu produk, hal ini berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
3. Keandalan, berhubungan dengan kemampuan suatu produk menjalankan fungsinya secara berhasil dalam periode waktu tertentu dan dalam kondisi tertentu.
4. Kemampuan Pelayanan, adalah karakteristik yang berhubungan dengan kegiatan *after sales service*, dimana sebuah produsen masih memperhatikan pelayanan produk yang telah dibeli oleh konsumen, mulai dari kecepatan penanganan, layanan *customer service* yang cepat dan ramah, serta perbaikan produk.
5. *Conformance*, aspek yang satu ini berkaitan dengan kesesuaian barang atau produk dengan spesifikasi yang telah ditawarkan.

6. Durability, berhubungan dengan ketahanan produk seperti jangka waktu penggunaan produk .
7. Estetika, karakteristik ini merupakan karakteristik yang lebih condong kepada penilaian subjektif dari konsumen sebuah produk berdasarkan preferensi dari setiap konsumen.
8. Kualitas yang dirasakan, bersifat subjektif juga karena berkaitan dengan perasaan pelanggan ketika dan setelah menggunakan sebuah produk tersebut.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan suatu kegiatan (manajemen perusahaan) untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk dan jasa perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana yang telah direncanakan. Menurut (Ahyari, 2000) Pengendalian Kualitas merupakan usaha *preverentif* yang dilakukan sebelum kualitas produk mengalami kecacatan atau kerusakan. (Sritomo, 2003) menjelaskan bahwa terdapat beberapa tujuan pengendalian kualitas yaitu:

1. Pencapaian Kebijakan dan target perusahaan secara efisien
2. Perbaikan hubungan manusia
3. Peningkatan moral karyawan
4. Pengembangan kemampuan tenaga kerja.

Dengan mengarah pada pencapaian tujuan-tujuan diatas akan terjadi peningkatan produktifitas dan provitabilitas usaha. Secara spesifik dapat dijelaskan bahwa tujuan pengendalian kualitas adalah:

1. Memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan
2. Penurunan ongkos kualitas secara kualitas

2.2.3 Pengertian Six Sigma

Six Sigma Motorola adalah sebuah metode atau Teknik pengendalian kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, dimana Teknik ini merupakan sebuah terobosan dalam bidang manajemen kualitas. Banyak ahli manajemen menyebutkan alasan mengapa Teknik Six Sigma ini diterima oleh dunia industri secara luas karena bagian manajemen industri sudah frustasi dengan sistem manajemen kualitas yang ada karena tidak mampu melakukan peningkatak kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan

kualitas six sigma Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan hal ini dibuktikan dengan perusahaan Motorola itu sendiri selama kurang lebih 10 tahun setelah menerapkan konsep ini telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO atau kegagalan per sejuta kesempatan. Pada dasarnya, pelanggan akan puas apabila mereka mendapatkan barang yang sesuai dengan spesifikasi dan keinginan mereka. Dan ketika sebuah produk tersebut diproses pada tingkat kualitas six sigma, maka barang akan bisa memenuhi 99,99966% dari apa yang diharapkan oleh pelanggan akan ada dalam produk itu, maka dari itu six sigma dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target sigma yang dicapai, maka kinerja sistem industri akan semakin baik (Gaspersz V. , 2002).

Berikut merupakan beberapa keberhasilan Motorola yang patut dicatat dari aplikasi program six sigma:

1. Peningkatan produktivitas rata-rata 12,3% per tahun
2. Penurunan COPQ (*cost of poor quality*) lebih dari 84%
3. Eliminasi kegagalan dalam proses sekitar 99,7%
4. Penghematan biaya manufacturing lebih dari \$11 milyar
5. Peningkatan pertumbuhan tahunan rata-rata 17% dalam penerimaan, keuntungan, dan harga saham Motorola (Gaspersz V. , 2002)

Hasil-hasil dari peningkatan kualitas yang diukur berdasarkan presentase antara COPQ (*cost of poor quality*) terhadap penjualan ditunjukkan dalam tabel 2.1 :

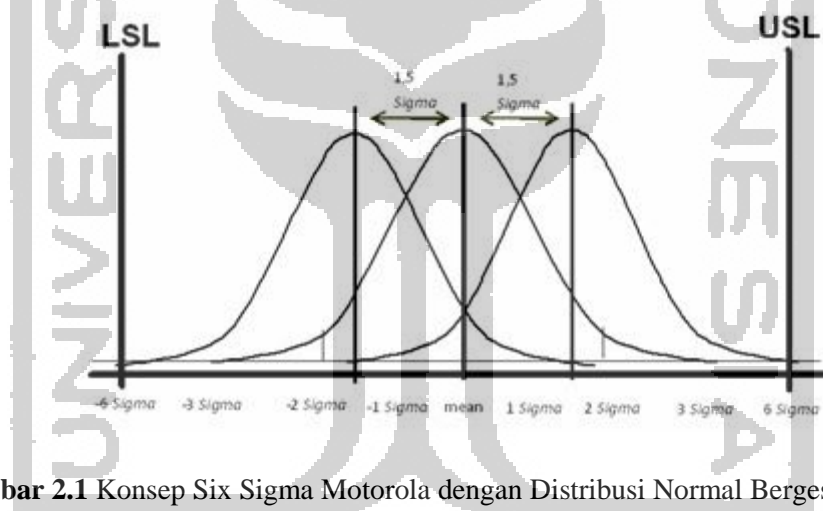
Tabel 2.1 Tabel COPQ

| COPQ (<i>Cost of Poor Quality</i>) | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Tingkat Pencapaian Sigma | DPMO | COPQ |
| 1-sigma | 691.462 (sangat tidak kompetitif) | Tidak dapat dihitung |
| 2-sigma | 308.538 (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 10% dari penjualan | | |
| Sumber: Gaspersz, 2002 | | |

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep six sigma, yaitu (1) identifikasi pelanggan, (2) identifikasi produk, (3) identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan, (4) definisikan proses, (5) hindari kesalahan dalam proses dan hilangkan semua pemborosan yang ada, (6) tingkatkan proses secara terus menerus menuju target six sigma.

Proses six sigma dengan distribusi normal yang mengizinkan nilai rata-rata proses bergeser 1,5-sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, dapat dilihat dalam gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Konsep Six Sigma Motorola dengan Distribusi Normal Bergeser 1,5-Sigma

Sumber: Buku Pedoman Implementasi Program Six Sigma, 2002

Konsep six sigma Motorola memiliki perbedaan dimana dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (mean) dari proses. Namun pada six sigma Motorola berlaku toleransi penyimpangan : (*mean* - *target*) atau $(\mu - T) = 1,5 \text{ sigma}$. Disini μ merupakan nilai rata-rata (*mean*) dari proses, sedangkan sigma merupakan ukuran variasi proses. Perbedaan ini ditunjukkan dalam tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Perbedaan True 6-sigma dengan Motorola 6-sigma

| <i>True-6 sigma Process</i> | | | <i>Motorola 6-sigma process</i> | | |
|-----------------------------|--|---------|---------------------------------|--|---------|
| Batas Spesifikasi (LSL-USL) | Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL) | DPMO | Batas Spesifikasi (LSL-USL) | Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL) | DPMO |
| ± 1-sigma | 68,27% | 317.300 | ± 1-sigma | 30,8538% | 691.462 |
| ± 2-sigma | 95,54% | 45.500 | ± 2-sigma | 69,1462% | 308.538 |
| ± 3-sigma | 99,73% | 2.700 | ± 3-sigma | 93,3193% | 66.807 |
| ± 4-sigma | 99,9937% | 63 | ± 4-sigma | 99,3790% | 6.210 |
| ± 5-sigma | 99,99943% | 0,57 | ± 5-sigma | 99,9767% | 233 |
| ± 6-sigma | 99,999998% | 0,002 | ± 6-sigma | 99,99996% | 3,4 |

Sumber : Buku Pedoman Implementasi Program Six Sigma, 2002

Apabila konsep six sigma akan diterapkan dalam bidang manufaktur, ada enam aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Identifikasi karakteristik produk sesuai ekspektasi pelanggan
2. Klasifikasi karakteristik kualitas sebagai CTQ (*Critical to Quality*) individual
3. Menentukan apakah setiap CTQ dapat dikendalikan melalui material, mesin, proses-proses kerja dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai dengan ekspektasi pelanggan (menentukan LCL dan UCL dari setiap CTQ)
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar devias untuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target six sigma ($C_{pm} \geq 2$)

2.2.4 Metodologi Six Sigma

Dalam upaya mendukung metode *Six Sigma*, terdapat sebuah metodologi yang digunakan. Metode tersebut adalah metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). Metode DMAIC merupakan sebuah siklus perbaikan yang

berbasis kepada data yang digunakan untuk meningkatkan, mengoptimalkan, serta menstabilkan proses bisnis dalam suatu perusahaan.

Proses DMAIC sangat berguna ketika digunakan untuk produk ataupun proses, sehingga dapat ditingkatkan untuk memenuhi atau meningkatkan kebutuhan pelanggan dan juga sebagai pendukung dari tujuan bisnis yang sedang dijalani. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa *six sigma* adalah sebuah alat yang digunakan untuk membantu para manajer dan karyawan perusahaan untuk lebih memahami dan memperbaiki proses-proses yang kritis sehingga dapat menghasilkan kepuasan dari pelanggan.

1. *Define*

Define bertujuan untuk mendefinisikan dan menyeleksi permasalahan yang akan diselesaikan dalam pengendalian kualitas *Six Sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap proses bisnis kunci (Gasperz, 2005). Pada tahap *define* ada beberapa hal yang perlu didefinisikan seperti:

- a. Pendefinisian kriteria pemilihan proyek *six sigma*.
- b. Pendefinisian peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*.
- c. Pendefinisian kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*.
- d. Pendefinisian proses kunci dalam proyek *six sigma* beserta pelanggannya.
- e. Pendefinisian pernyataan tujuan proyek *six sigma*.
- f. Daftar periksa pada tahap *define* untuk memudahkan sekaligus meyakinkan bahwa tahap ini telah diselesaikan

2. *Measure*

Tahap kedua dari *define* adalah *measure*. Tahap kedua ini adalah aktifitas pengukuran dasar proses sebelumnya, terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan yaitu:

- a. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan.
- b. Mengembangkan sebuah rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, output, dan outcome.
- c. Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, output, dan *outcome* untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja awal proyek *six sigma*.

3. *Analyze*

Analyze merupakan tahap operasional ketiga dimana pada tahap ini dilakukan identifikasi akar penyebab masalah dengan berdasarkan pada analisa data. Hasil dari analisa tersebut dapat digunakan untuk membuat solusi dalam melakukan pengembangan dan *improvement* yang sedang diamati. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah:

- a. Menentukan stabilitas dan kapabilitas atau kemampuan dari proses.
- b. Menetapkan target-target kinerja dan karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *six sigma*.
- c. Mengidentifikasi sumber dan awal mula penyebab kecacatan atau kegagalan produk.
- d. Mengkonversikan banyaknya kegagalan kedalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

4. *Improve*

Improve adalah tahapan untuk menentukan solusi untuk memecahkan masalah berdasarkan akar penyebab yang telah diidentifikasi. Pada tahapan ini suatu rencana tindakan akan diterapkan untuk meningkatkan kualitas *six sigma*. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahap ini. Bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana juga harus direncanakan pada tahap ini (Gaspersz V. , 2002). *Improve* dapat dilakukan dengan penyusunan 5W+1H. Contoh

petunjuk penggunaan metode 5W+1H untuk pengembangan rencana tindakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pembangunan Rencana Tindakan

| Jenis | 5W+1H | Deskripsi | Tindakan |
|------------------|--------------|--|--|
| Tujuan Utama | <i>What</i> | Apa yang menjadi target utama perbaikan atau peningkatan kualitas | |
| Alasan Kegunaan | <i>Why</i> | Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan | Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan |
| Lokasi | <i>Where</i> | Dimana rencana tindakan ini akan dilaksanakan? Apakah aktivitas ini harus dikerjakan di sana ? | |
| Sekuens (Urutan) | <i>When</i> | Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu akan dilaksanakan kemudian? | Mengubah sekuens atau urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama |
| Orang | <i>Who</i> | Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu? | |
| Metode | <i>how</i> | Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang diberikan sekarang merupakan metode terbaik? | Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada |

Sumber: Gaspersz, 2002

5. *Control*

Tahap *Control* merupakan tahap terakhir yang dilakukan dalam usaha peningkatan kualitas menggunakan metode DMAIC. Pada tahapan terakhir ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi solusi dan rencana, menjaga upaya yang telah dilakukan dengan menstandarisasi proses dan melakukan kontrol dalam kegiatan, sehingga memperoleh hasil yang baik dan dapat mengurangi waktu, masalah dan biaya yang dibutuhkan. Hasil dari tahap ini adalah:

- a. Analisa sebelum dan sesudah.
- b. Sebuah sistem monitoring.
- c. Dokumentasi hasil, pembelajaran, dan rekomendasi yang lengkap.

2.2.5 **Tools Dalam Six Sigma**

Di dalam *six sigma* banyak menggunakan tools perbaikan yang sebenarnya telah diterapkan pada program peningkatan kualitas sebelumnya. Namun ada beberapa *tools* yang lebih komprehensif dan dapat digunakan untuk menganalisa masalah yang lebih kompleks. Berikut adalah beberapa *tools* yang digunakan:

1. CTQ (*Critical to Quality*) Tree

Tools ini digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. Biasanya bentuk dari *tools* ini hanya terdiri dari turunan atau *breakdown* dari semua masalah sampai akhirnya tercapai atau dapat teridentifikasi masalah yang sedang terjadi agar keinginan pelanggan terpenuhi.

2. SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

SIPOC merupakan alat berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. Berikut penjelasan mengenai akronim SIPOC (Gaspersz V. , 2002):

- a. *Suppliers* adalah orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai petunjuk internal (*internal suppliers*).
- b. *Inputs* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*suppliers*) kepada proses.

- c. *Process* adalah sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *inputs*, suatu proses biaya terdiri dari beberapa sub proses.
- d. *Outputs* adalah produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur outputs dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk ke dalam *outputs* adalah informasi-informasi kunci dari proses.
- e. *Customers* adalah orang atau kelompok orang atau sub proses yang menerima *outputs*. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses setelahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal.

Langkah-langkah proses *mapping*:

1. Menambahkan proses.
2. Membuat batasan titik awal dan akhir proses.
3. Membuat daftar output dan pelanggan.
4. Membuat daftar input dan pemasok.
5. Identifikasi, beri nama dan urutkan langkah-langkah yang ada dalam proses.

Contoh pembuatan dari diagram *Process Map* dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini:

| Suppliers | Inputs | Input Characteristics | Process | Outputs | Output Characteristics | Customers |
|---|--|--|---------------------------------------|---|---|--|
| | | | 2a. What is the start of the process? | | | |
| 7. Who are the suppliers of the inputs? | 6. What are the inputs of the process? | 8. What are the characteristics of the inputs? | 1. What is the process? | 3. What are the outputs of the process? | 5. What are the characteristics of the outputs? | 4. Who are the customers of the outputs? |
| | | | 2b. What is the end of the process? | | | |

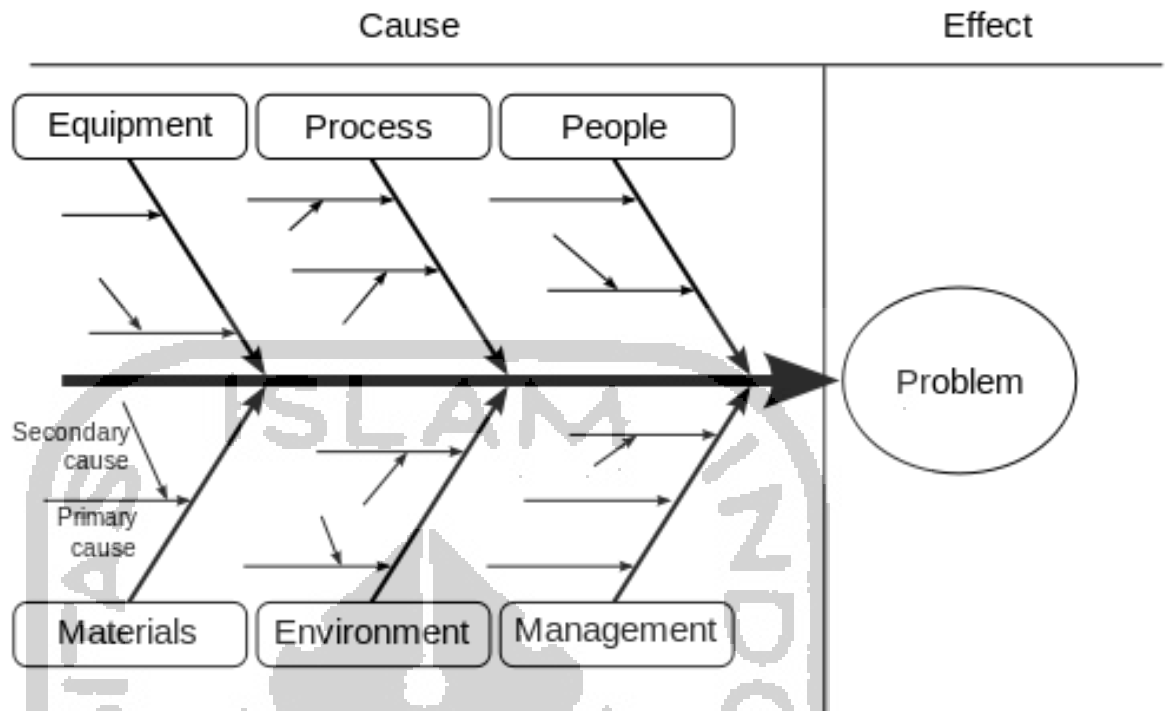
Gambar 2.2 Diagram Process Map

3. *Fishbone* Diagram

Diagram *fishbone* atau biasa disebut juga diagram sebab akibat dan diagram ishikawa. Disebut diagram ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Prof. Kaoru Ishikawa dari Jepang sekitar tahun 1960-an. Disebut *fishbone* karena bentuk dari diagram ini terlihat menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, tulang belakang, dan duri. Sistem penggunaan diagram *fishbone* adalah dengan menempatkan pokok permasalahan pada sisi kanan atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikan. Sedangkan penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya.

Diagram *fishbone* merupakan alat visual yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Terdapat beberapa kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai *start* awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *human resource* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *environmental* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Keenam penyebab ini biasanya disebut 6M. Penyebab lain selain yang disebutkan sebelumnya dapat digunakan jika diperlukan. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M maupun yang lainnya dapat digunakan teknik *brainstorming* (Pande & Holpp, 2001 dalam Scarvada, 2004).

Pada umumnya diagram *fishbone* digunakan pada tahap mengidentifikasi permasalahan dan menentukan penyebab dari munculnya permasalahan tersebut. Selain itu dapat juga digunakan pada proses perubahan. Contoh dari diagram *fishbone* dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2.3 Contoh Diagram Fishbone

Sumber penyebab masalah kualitas yang ditemukan berdasarkan prinsip 7M yaitu: (Gaspersz V. , 2002)

- a. *Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekuaranagan dalam keterampilan dasar akibat yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, ketidakpedulian, dan lain-lain.
- b. *Machines* (mesin) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan *preventif* terhadap mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain tidak sesuai dengan spesifikasi tugas dan tidak dikalibrasi terlalu *complicated*, terlalu panas, dan lain-lain.
- c. *Methods* (metode kerja), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, tidak cocok, dan lain-lain.
- d. *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan, ketiadaan penanganan yang efektif, terhadap bahan baku dan bahan penolong, dan lain-lain.
- e. *Media*, berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang akan memperhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan, dan keselamatan kerja, dan lingkungan

kerja yang kondusif, kekurangan dalam lampu penerangan, ventilasi yang buruk, kebisingan yang berlebihan, dan lain-lain

- f. *Motivation*, berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan professional, yang dalam hal ini disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.
- g. *Money*, berkaitan dengan ketiadaan dukungan finansial yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas *six sigma* yang akan ditetapkan

4. Peta Kendali

Petak pengendali atau peta kontrol adalah alat untuk mempelajari perbedaan (Turner, 2000). Pada diagram ini memperlihatkan variasi yang stabil. Proses yang stabil sering disebut dengan proses dalam kendali (*in-control process*), proses yang dapat diprediksi atau proses dengan “penyebab-penyebab umum”. Sedangkan proses yang tidak stabil disebut proses diluar kendali (*out of control*). Tidak dapat diprediksi atau proses “penyebab umum dan khusus”.

1. Peta Kendali P

Digunakan untuk mengukur proporsio ketidaksesuaian dari beberapa item dalam kelompok yang sedang diinspeksi dan dapat digunakan juga untuk mengendalikan proporsi dari item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Proporsi dapat diungkapkan dalam bentuk desimal.

Pembuatan peta kontrol p

1. Proporsi cacat, yaitu $\bar{p} = \text{total cacat} / \text{total inspeksi}$

2. Nilai simpangan baku, yaitu $S_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

Jika \bar{p} dinyatakan dalam prosentase maka $S_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(100-\bar{p})}{n}}$

3. Batas-batas kontrol k-sigma dari:

$$CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{p} + k S_p$$

$$LCL = \bar{p} - k S_p$$

(Dimana $k = 1, 2, \dots, n$)

4. Kapabilitas proses : $(1-\bar{p})$ atau $(100-\bar{p})$

2. Peta Kendali np

Bila ukuran sampel beragam, peta kendali harus memperlihatkan bagian yang ditolak, dan bukan jumlah aktual yang ditolak. Jika jumlah yang ditolak ditebar, garis pusat pada peta tersebut akan perlu diubah untuk setiap perubahan dalam ukuran sampel. Akan tetapi jika ukuran sampel konstan, peta untuk jumlah aktual yang ditolak dapat digunakan. Peta seperti itu disebut peta np atau pn. Maka perhitungan batas kendalinya:

$$CL = np$$

$$UCL = np + 3 \sqrt{np(1-p)}$$

$$LCL = np - 3 \sqrt{np(1-p)}$$

3. Peta Kendali C

Peta kendali untuk ketidaksesuaian, pada umumnya disebut peta c, mempunyai bidang kegunaan yang jauh lebih terbatas. Seperti yang sudah dijelaskan, barang yang tak sesuai adalah barang yang dalam beberapa hal memenuhi satu atau lebih spesifikasi yang telah ditetapkan. Setiap kejadian dari kurangnya kesesuaian barang terhadap spesifikasi adalah ketidaksesuaian.

Peta kendali c didasarkan pada distribusi Poisson yang mengambil bentuk:

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}; x = 0, 1, 2, \dots, n$$

Dengan parameter $\lambda > 0$. Mean dan variansi distribusi Poisson adalah:

$$\mu = \lambda$$

$$\sigma^2 = \lambda$$

yakni mean dan variansi distribusi poisson keduanya sama dengan parameter λ . Dimana x adalah jumlah titik spesifikasi yang cacat. Nilai mean dan variansi dari distribusi poisson adalah c dengan demikian dapat ditentukan batas-batas pengendalian untuk peta kendali c dengan batas 3 sigma sebagai berikut:

a. Apabila nilai standar diberikan

$$CL = c$$

$$UCL = c + 3 \sqrt{c}$$

$$LCL = c - 3 \sqrt{c}$$

Dengan anggapan nilai standar untuk c tersedia.

b. Apabila nilai standar tidak diberikan

maka c dapat ditaksir dengan banyak ketidaksesuaian rata-rata yang diamati dalam sampel pendahuluan unit pemeriksaan, misalnya c . Dalam hal ini peta kendali mempunyai parameter sebagai berikut:

$$CL = \bar{c}$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{c}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{c}$$

5. Analisis DPMO dan Tingkat Sigma

Tingkat sigma memiliki tujuan untuk mengetahui posisi sebuah perusahaan berada pada level ke berapa. Untuk menentukan tingkat sigma terlebih dahulu dilakukan perhitungan *Defect per Million Oportunity* (DPMO). Adapun persamaan dari DPMO (Gaspersz V. , 2002)

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Oportunity}} \times 1.000.000$$

a. Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data atribut

Adapun rumus perhitungan tingkat sigma untuk data atribut yang digunakan dalam program Microsoft Excel adalah sebagai berikut (Gaspersz V. , 2002).

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1000000 - DPMO}{1000000} \right) + 1,5$$

b. Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data variable

Menentukan nilai DPMO dan tingkat sigma untuk data variable (Gaspersz V. , 2002). Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL dengan rumus:

$$P\left[Z \leq \left(\frac{USL - \bar{x}}{s}\right)\right] \times 1.000.000$$

Kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan rumus:

$$P\left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{x}}{s}\right)\right] \times 1.000.000$$

Sehingga DPMO diperoleh dengan $P(Z > USL) \times 1.000.000 + P(z < LSL) \times 1.000.000$ yang kemudian hasilnya dikonversikan kedalam nilai sigma dengan bantuan table.

Namun jika ingin mengetahui tingkat kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO), gunakan formula berikut dalam program Microsoft Excel:

$$=1000000 - \text{normsdist}(-1,5 + \text{NILAISIGMA}) * 1000000$$

Untuk nilai sigma = 2,5, maka gunakan formula berikut:
 $= 1000000 - \text{normsdist}(-1,5+2,5) * 1000000$

