

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada penelitian yang dilakukan, diperlukan beberapa teori dan referensi yang sesuai dengan permasalahan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan menjelaskan tentang beberapa teori atau literatur yang menunjang permasalahan pada penelitian.

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini mengacu dari beberapa penelitian yang berhubungan dengan pengendalian kualitas dengan metode *Six Sigma*. Tujuan dari penggunaan penelitian yang terdahulu yaitu sebagai perbedaan dari penelitian sebelumnya dan untuk mempertajam arah penelitian dari berbagai informasi teoritis dan fakta. Berikut akan disajikan uraian dari penelitian sebelumnya terkait metode *Six Sigma*:

1. Abhisek, & Rupinder (2015). Pada penelitian ini akan dilakukan pengurangan produk cacat dan dapat meningkatkan level *Six Sigma* dalam proses *paste* pada perusahaan baterai. Metode yang dipakai yaitu DMAIC (*define, measure, analyze, improve, and control*). Pada tahap *define* dilakukan diagram SIPOC untuk mengidentifikasi peta proses pada proses *pasting*. Pada tahap *measure* dilakukan analisis menggunakan Pareto dan cacat paling besar berada di *missing pallet* berjumlah 6711 cacat. Tahap *analyze* dilakukan identifikasi dengan menggunakan *flowchart* untuk mengetahui perbedaan dari setiap langkah proses dan menggunakan diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi penyebab cacat pada proses *missing pallet*. Pada tahap *Improve* dilakukan analisis menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) dan *P-Chart*. Yang terakhir tahap *control* dengan merevisi FMEA, dilakukan *Statistical Process Control* kembali, Poka-Yoke dan pelatihan.
2. Putra, dkk (2016). Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menurunkan jumlah cacat pada proses produksi kantong plastik NP24. Jenis cacat yang sering dihasilkan yaitu getas, mata ikan, penyusutan ukuran dan warna buram. Nilai DPMO pada penelitian ini sebesar 62706,72 dengan level sigma sebesar 3,03 yang artinya masih jauh dari nilai level sigma 6. Sehingga akan dilakukan perbaikan dengan metode six sigma dengan fase DMAI. Perbaikan disarankan untuk mengurangi cacat berdasarkan

nilai RPN dari FMEA, salah satunya yaitu terdapat *part bearing* dan *mesh filter* yang rusak/ aus sehingga perlu diberikan penjadwalan pergantian komponen.

3. Sari, dkk (2016). Penelitian ini akan mengurangi cacat yang ada di proses Mesin *Flexo F*, karena cacat yang dihasilkan dari Mesin *Flexo* tidak bisa di *rework*. Jenis cacat yang sering terjadi yaitu *Printing* yaitu menyebabkan hasil cetakan yang dihasilkan tidak tebal, bagian sekitar gambar kotor, luntur, berbayang, dll. Maka dari itu, akan dilakukan penyelesaian dengan fase DMAI. Pada Fase *Define* akan dibuat diagram SIPOC untuk mengetahui garis besar aliran kerja, mengidentifikasi CTQ beserta mengidentifikasi jenis cacat dan cacat terbesar. Fase *Measure* dilakuakn perhitungan nilai DPMO dan level sigma, membuat *control chart*, dan menganalisis kapabilitas proses data atribut. Fase *Analyze* menganalisa penyebab permasalahan yang menimbulkan cacat dengan menggunakan *tools* Diagram Sebab Akibat dan FMEA. Fase Terakhir yaitu *Improve* yaitu memberikan rekomendasi perbaikan dengan mengidentifikasi penyebab cacat.
4. Sari, dkk (2016). Pada penelitian ini akan mengidentifikasi dan menurunkan produk cacat pada proses produksi tutup botol TL 250 ml dengan menggunakan fase DMAIC (*define, measure, analyze, improve and control*). Pada tahap *define* dilakukan identifikasi obyek penelitian dan pembuatan peta proses operasi. Pada tahap *measure* dilakukan penetapan CTQ, menghitung dan membuat peta control dan menghitung kapabilitas proses yang ditetapkan dalam satuan DPMO. Selanjutnya, pada tahap *analyze* dibuat diagram pareto untuk menentukan potensial terbesar masing-masing cacat dan menggambarkan diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab permasalahan. Pada tahap *improve*, dilakukan perbaikan dengan metode *Taguchi* sehingga dapat diketahui *setting level optimal* parameter mesin pada proses produksi. Yang terkahir pada tahap *control*, penggunaan *setting level optimal* dapat mengurangi cacat produk.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang akan disajikan pada

Tabel 2.1:

Tabel 2.1  
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Objek	Tujuan	Metode Penelitian
Abhisek, & Rupinder (2015)	Proses <i>paste</i> pada <i>Bateery Manufacturer Company</i>	Pengurangan produk cacat dan dapat meningkatkan level <i>Six Sigma</i> pada proses <i>paste</i>	DMAIC, SIPOC, Diagram Pareto, <i>Cause and Effect Diagram</i> , FMEA, <i>P-chart</i>
Putra, dkk (2016)	Kantong plastik NP24 PT.	Menurunkan Jumlah cacat pada proses produksi	DMAI, <i>Cause and Effect Diagram</i> , Peta kontrol, dan

Peneliti	Objek	Tujuan	Metode Penelitian
	Flamboyan Jaya	kantong plastik NP24 sehingga lebih efektif dan efisien	FMEA
Sari, dkk (2016)	Proses pada Mesin <i>Fflexo F</i> .	Mengurangi cacat yang terjadi pada proses Mesin <i>Fflexo F</i>	DMAI, SIPOC, <i>P-chart</i> , <i>Cause and Effect Diagram</i> , dan FMEA
Sari, dkk (2016)	Tutup botol TL 250 ml pada perusahaan manufaktur produk kemasan	Menurunkan produk cacat pada proses produksi tutup botol TL 250 ml	DMAIC, <i>P-chart</i> , Diagram Pareto, <i>Cause and Effect Diagram</i> , Taguchi
Penelitian ini	Proses pengeringan pada perusahaan <i>circle repellent</i>	Mengurangi produk cacat pada pada proses pengeringan	DMAI, <i>P-chart</i> , Diagram Batang, <i>Cause and Effect Diagram</i> , FMEA,

Pada penelitian sekarang akan dilakukan penelitian mengenai cacat yang terjadi pada proses pengeringan. Pada penelitian ini akan dilakukan metode *Six sigma* dengan fase DMAI (*define, measure, analyze, and improve*), terdapat beberapa *tool* yang akan dipakai yaitu pada tahap *define* akan dijelaskan proses produksi *circle repellent*. Pada tahap *measure* akan dilakukan identifikasi CTQ, *P-chart*, dan perhitungan DPMO, level sigma, serta kapabilitas proses, Pada tahap *analyze* menggunakan Diagram batang, *Cause and Effect Diagram*, FMEA, Setelah diperoleh prioritas masalah dari FMEA. Pada tahap *improve* akan diberikan rekomendasi perbaikan. Hasil dari penelitian ini dapat sebagai acuan perusahaan untuk melakukan perbaikan sehingga dapat mengurangi produk cacat.

## 2.2 Kualitas

Suatu organisasi atau perusahaan dapat dikatakan memiliki kinerja baik tergantung pada kualitas barang maupun jasa. Kualitas sebagai kunci utama dari suatu perusahaan agar dapat bertahan pada industri bahkan dapat memenangi persaingan. Keinginan konsumen berbeda-beda, akan tetapi jika suatu produk atau jasa memenuhi keinginan maupun harapan konsumen maka produk atau jasa tersebut berkualitas. Menurut Montgomery (1990) kualitas dapat diartikan sebagai kualitas yang sesuai dengan keinginan penggunaannya.

Definisi kualitas menurut Juran (*Quality Planning and Analysis, 3<sup>rd</sup> Edition, 1993*), adalah produk yang berkualitas dapat memenuhi kebutuhan *customer* sehingga membuat *customer* merasa cocok dan puas akan produk atau jasa tersebut. Lima karakteristik dari tingkat kecocokan *customer* yaitu psikologis, keandalan, jaminan, etika dan daya tahan.

Menurut ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah Suatu pernyataan tegas dan tersirat bahwa suatu produk maupun jasa dimana kemampuannya dapat memberikan kepuasan terhadap fungsinya. Suatu kebutuhan dari

pelanggan dapat didefinisikan dengan suatu spesifikasi yang melekat maupun terfikirkan melalui kriteria-kriteria yang perlu ditentukan terlebih dahulu.

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas sebagai hal yang diperlukan untuk dapat memperbaiki kualitas suatu produk dan produk yang dihasilkan dapat berkualitas tinggi dan menghasilkan *zero defect* (Reksohadiprojo & Sudarmo, 2000). Pengendalian kualitas dapat didefinisikan suatu aktivitas keteknikan dan manajemen dengan mengukur kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi yang sudah ditentukan, dan mengevaluasi jika terdapat ketidaksesuaian dengan spesifikasi (Montgomery, 1990).

Berikut merupakan tujuan pengendalian kualitas menurut Yamit (2002) antara lain:

1. Dapat mengurangi produk cacat dan dapat memperbaikinya.
2. Dapat menghasilkan produk yang berkualitas sesuai dengan standar
3. Dapat meminimasi keluhan yang datang dari pelanggan.
4. Pengklasifikasian keluaran produk.
5. Menaikan nama baik perusahaan.

Banyak waktu, tenaga bahkan finansial jika terdapat produk yang tidak memenuhi syarat, Sehingga ditemukan suatu cara agar bisa mencegah permasalahan dari suatu sistem yang berpengaruh terhadap kualitas agar tidak muncul lagi.

### 2.4 Six Sigma

*Six Sigma* dapat diartikan sebagai suatu *tools* dari pengendalian kualitas dengan mengurangi bahkan menghilangkan *waste* maupun aktivitas yang tidak menghasilkan nilai tambah pada suatu produk (*non-value added*) hingga mencapai enam sigma (Wahyuni, dkk 2015). *Six Sigma* merupakan suatu usaha untuk menuju kesempurnaan (*zero defect/* kegagalan nol). *Six Sigma* digunakan tidak hanya pada kecepatan untuk menghasilkan produk tetapi fokus terhadap kualitas suatu produk yang dihasilkan. Hal tersebut akan meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap produk tersebut. *Six sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan/ atau jasa) atau mengharapkan bahwa 99,9997% dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk tersebut. Berikut akan disajikan konversi *yield* ke DPMO dan nilai sigma dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2  
Konversi Nilai *Yield* ke DPMO.

<b>Yield (probabilitas tanpa cacat)</b>	<b>DPMO (<i>defect per million opportunities</i>)</b>	<b>Nilai sigma</b>
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: Gaspersz (2002)

## 2.5 Tahap-tahap Pengendalian Kualitas dengan *Six Sigma*

Menurut Gasperz (2002), DMAIC (*define, measure, analyze, improve and control*) merupakan suatu tahapan dengan cara perubahan secara terus menerus hingga mencapai target *Six Sigma* dengan mengurangi kecacatan.

### 2.5.1 Tahap *Define*

Langkah pertama yang dilakukan yaitu mendefinisikan masalah serta langkah operasioanl dalam peningkatan *Six Sigma*. Secara garis besar permasalahan biasanya ditentukan bersama-sama dan disetujui dengan tim proyek, akan tetapi hal tersebut masih kurang jelas. Agar suatu permasalahan jelas adanya perlu dianalisis bersama tim proyek supaya suatu permasalahan dapat dijabarkan secara sangat spesifik. (Syukron & Kholil, 2013)

Tahap *define* objek penelitian dipilih berdasarkan tingkat permasalahan yang kritis yaitu dengan jumlah cacat yang besar. Tahap ini dijelaskan urutan proses kunci produksi (Gaspersz, 2002). Pada penelitian ini akan diuraikan proses produksi produk *circle repellent* secara bertahap.

### 2.5.2 Tahap *Measure*

Tahap *Measure* merupakan suatu pengukuran kinerja proses yang akan diperbaiki pada saat ini, serta pengumpulan semua data yang dibutuhkan untuk analisis (Syukron & Kholil, 2013). Proses pengukuran bertujuan untuk tingkat kecacatan produk yang dipengaruhi dari operator, peralatan, materian, dll, serta mengetahui tingkat kemampuan proses dari proses produksi. Dalam pengukuran kualitas *Six Sigma* adalah berdasarkan data dari jumlah unit yang diproduksi dan data cacat yang dihasilkan. Berikut 3 (tiga) hal poko pada tahap measure, yaitu

- a. Menentukan kebutuhan dari pelanggan sehingga tertuang pada karakteristik kualitas (CTQ).
- b. Mengembangkan rencana dengan perolehan data menggunakan cara pengumpulan data melalui pengukuran.
- c. *Output* yang dihasilkan akan diproses dengan mengukur *baseline* kinerja (*performance baseline*).

Pada tahap *measure* penelitian ini akan dilakukan identifikasi *Critical to Quality* (CTQ), pengukuran *baseline* kinerja (Gasperz, 2002), penghitungan DPMO dan level sigma, dan kapabilitas proses.

### 2.5.2.1 Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)

*Critical to Quality* (CTQ) merupakan atribut yang sangat penting karena kebutuhan pelanggan akan didefinisikan dan langsung berkaitan terhadap tingkat kepuasan pelanggan. Fungsi dari CTQ untuk menerjemahkan keinginan pelanggan dengan cara mengidentifikasi suatu proses maupun produk yang perlu diperbaiki (Gasperz, 2002). CTQ berasal dari *voice of customer* dan menjadi pedoman dalam pendefinisian kualitas produk sehingga memenuhi keinginan dan harapan pelanggan.

### 2.5.2.2 Pengukuran *Baseline* Kinerja

Peningkatan kualitas *Six Sigma* akan difokuskan untuk upaya ke arah kegagalan nol (*zero defect*). Sebelum dimulai untuk peningkatan kualitas, perlu mengetahui tingkat kinerja.

#### 1. Peta Kontrol (*Control Chart*)

Peta kontrol tampilan grafis dari suatu proses maupun produk yang telah melalui proses pengukuran atau penghitungan dari sampel yang tersedia (Montgomery, 2009). Sedangkan menurut Ariani (2004) Peta Kendali (*Control Chart*) digunakan untuk memperbaiki proses yang berkaitan dengan kualitas, menentukan spesifikasi, menentukan waktu untuk dijalankannya suatu penyesuaian, menentukan kemampuan suatu proses, serta menemukan faktor yang menjadi penyebab suatu proses atau produk yang tidak sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Terdapat tiga batas yang umum digunakan dengan garis *horizontal* pada Grafik Pengendali (*Control Chart*), yaitu:

- a. Garis Pusat (*center line*), garis yang memiliki karakteristik nilai tengah atau bisa dikatakan nilai rata-rata pada peta kontrol.

- b. *Upper Control Limit* (UCL), garis diatas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
- c. *Lower Control Limit* (UCL), garis dibawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.

Cara membaca peta kontrol yaitu selama titik-titik berada pada batas kontrol/kendali, maka proses diasumsikan berada pada batas kendali dan belum diperlukannya suatu penanganan atau disebut penyebab umum. Ketika titik-titik berada diluar batas kendali baik di atas maupun di bawah, maka diperlukan tindakan perbaikan pada aspek yang dinilai tidak sesuai dengan sistem atau biasa disebut penyebab khusus.

## 2. Peta Kontrol Variabel

Peta kendali variabel adalah peta kendali untuk mengukur data yang bersifat variabel. Data yang bersifat variabel diperoleh dari hasil pengukuran dimensi seperti berat, panjang, lebar, tebal, dan temperatur. Berikut merupakan macam-macam Peta Kendali (*Control Chart*) untuk data variabel:

- a. Peta pengendali rata-rata dan jarak ( $\bar{X}$  dan  $R$ )

Peta pengendali rata-rata ( $\bar{X}$ ) dapat digunakan sebagai apakah suatu proses produksi sudah sesuai dan masuk dalam batas kendali atau tidak. Peta pengendali rata-rata sebagai acuan perusahaan untuk melihat rata-rata produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan apa yang menjadi standar perusahaan Sedangkan peta pengendali jarak ( $R$ ) berguna untuk apakah suatu proses produksi sudah tepat dan akurat atau tidak dengan mencari nilai *range* pada sampel suatu observasi. Peta  $\bar{X}$  dapat digunakan sebagai pemberitahu penyebab khusus dan juga menghilangkan penyebab tersebut yang menjadi masalah pada proses produksi.

- b. Peta pengendali rata-rata dan standar deviasi ( $\bar{X}$  dan  $S$ ).

Peta pengendali standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian proses. Peta pengendali standar deviasi digunakan secara bersamaan dengan peta kendali rata-rata

- c. Peta pengendali untuk unit-unit individu

Peta pengendali untuk unit-unit individu hanya mengambil satu unit produk sebagai sampel kemudian sampel tersebut diuji dan dilihat proses produksinya sudah sesuai dan berada pada batas pengendali atau tidak. Peta pengendali ini hanya digunakan pada perusahaan yang menghasilkan satu produk saja atau bahkan ketika produk tersebut mengalami kerusakan, pengujiannya membutuhkan biaya yang sangat mahal.

### 3. Peta Kontrol Atribut

Menurut Gasperz (2002), Data atribut yaitu kualitatif yang dapat dihitung secara visual tanpa dilakukan pengukuran untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari aktivitas untuk memperoleh data tribut yaitu inspeksi secara visual seperti penentuan cacat warna, goresan, dan sebagainya atau bila pengukuran tidak dilakukan karena keterbatasan waktu, biaya, atau keperluan lainnya. Berikut merupakan macam-macam Peta Kendali (*Control Chart*) untuk data atribut:

- a. Peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) dan banyaknya kesalahan (*np-chart*) dalam sampel.

Menurut Ariani (2004) Peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) dan banyaknya kesalahan (*np-chart*) digunakan jika sampel yang diambil pada observasi tertentu jumlah atau pengambilan maka menggunakan peta kendali proporsi kesalahan (*p-chart*) maupun banyaknya kesalahan (*np-chart*). Sedangkan apabila pengambilan sampel yang bervariasi dan berubah-ubah untuk pada observasi tertentu atau memang perusahaan akan melakukan total inspeksi maka harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*).

- 1) Peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) untuk sampel konstan pada sampel atau sub kelompok setiap kali melakukan observasi

$$p = \frac{x}{n} \quad (2-1)$$

Sumber: Ariani, 2004

Dimana:  $p$  = Proporsi kesalahan dalam setiap sampel

$x$  = Banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

$n$  = Banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

Garis pusat (*center line*) peta pengendali proporsi:

$$GPp = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n \times g} \quad (2-2)$$

Sumber: Ariani, 2004

Batas pengendali atas (BPA) untuk peta pengendali proporsi kesalahan:

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

Sumber: Ariani, 2004

Batas pengendali bawah (BPB) untuk peta pengendali proporsi kesalahan:

$$BPB \ p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2-4)$$

Sumber: Ariani, 2004

Dimana:  $p$  = Garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan



$p_i$  = Proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi

$n$  = Banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

$g$  = Banyaknya observasi yang dilakukan

2) Rumus peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) untuk sampel bervariasi

Garis pusat(*center line*) peta pengendali proporsi:

$$GP_p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{\sum \text{sampel}} \quad (2-5)$$

Sumber: Ariani, 2004

Batas pengendali atas (BPA) untuk peta pengendali proporsi kesalahan:

$$BPA_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2-6)$$

Sumber: Ariani, 2004

Batas pengendali bawah (BPB) untuk peta pengendali proporsi kesalahan:

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

Sumber: Ariani, 2004

Dimana:  $p_i$  = Proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi

$x_i$  = Banyaknya kesalahan setiap sampel pada setiap kali observasi

$n$  = Banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi yang selalu bervariasi

$g$  = Banyaknya observasi yang dilakukan

b. Peta pengendali untuk banyaknya kesalahan dalam satu unit produk

Peta pengendali ini digunakan untuk mengetahui seberapa banyak kesalahan pada satu produk yang dijadikan sampel (Ariani, 2004). Pengujian ini merupakan pengujian kualitas pada proses produksi. Terdapat 2 (dua) peta kendali yaitu peta kendali *c* (*c-chart*) dan peta kendali *u* (*u-chart*). *C-chart* digunakan untuk banyaknya cacat per satuan luas atau banyak cacat dalam satu unit produksi. Sedangkan *u-chart* untuk jumlah cacat suatu unit dengan ukuran sampel yang berbeda.

### 2.5.2.3 Pengukuran *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan Level Sigma

DPMO merupakan ukuran kegagalan yang dihitung berdasarkan banyaknya kegagalan per satu juta kesempatan. DPMO dilakukan pada masing-masing jenis cacat. Sebelum menghitung DPMO, akan dilakukan perhitungan *Defect per Opportunity* (DPO). DPO

merupakan suatu ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. Perhitungan DPMO dan level sigma akan disajikan berikut ini :

1. Perhitungan *Defect Per million Opportunities* (DPMO)

$$DPO = \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi} \times \text{CTQ}} \quad (2-8)$$

Sumber: Gaspersz, 2002

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2-9)$$

Sumber: Gaspersz, 2002

2. Perhitungan level sigma dengan menggunakan *Microsoft Excel*

$$\text{Level sigma} = \text{NORMSINV} \left( \frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1.5 \quad (2-10)$$

Sumber: Gaspersz, 2002

#### 2.5.2.4 Kapabilitas Proses Data Atribut

Menurut Montgomery (2009), analisis kemampuan proses merupakan prosedur yang digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendalian proses statistik. Perhitungan indeks kapabilitas proses ( $C_p$ ) dilakukan untuk mengetahui apakah proses saat ini telah dianggap mampu atau tidak. Rumus untuk menghitung indeks kapabilitas pada data atribut yaitu:

$$C_p = \frac{\text{Level Sigma}}{3} \quad (2-11)$$

Sumber: Park, 2003

Menurut Gaspersz (2002), kriteria penilaian  $C_p$  adalah sebagai berikut:

1.  $C_p \geq 2,00$ . Kapabilitas proses sangat baik dan mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang telah ditetapkan oleh pelanggan dengan tingkat kegagalan mendekati nol.
2.  $1,00 \leq C_p \leq 1,99$ . Kapabilitas proses berada pada tidak sampai cukup mampu sehingga perlu peningkatan proses guna menuju target kegagalan nol.
3.  $C_p \leq 1,00$ . Kapabilitas proses rendah dan sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol.

#### 2.5.3 Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahapan ketiga dari proyek *Six Sigma*. Pada tahap analisis adalah menjelaskan sasaran perbaikan atau tujuan dan menjelaskan faktor mana yang mempengaruhi target tersebut (Syukron & Kholil, 2013). Perlu dilakukan beberapa hal berikut:

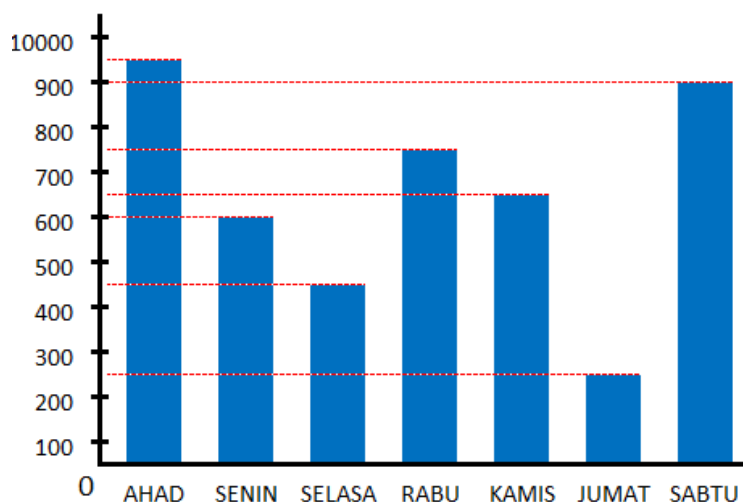
1. Menentukan kapabilitas proses.

2. Berdasarkan CTQ yang telah ditentukan, maka perlu menetapkan target kinerja yang nantinya diperbaiki dan ditingkatkan.
3. Mencari faktor yang menjadi penyebab kegagalan atau produk cacat.
4. Mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

Pada penelitian ini akan digunakan diagram pareto untuk menganalisis cacat dominan, diagram sebab-akibat (*Fishbone diagram*) untuk menemukan sumber penyebab dari permasalahan kualitas, dan FMEA mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan.

### 2.5.3.1 Diagram Batang

Diagram batang merepresentasikan data dengan menggunakan vertikal atau horisontal batang yang merepresentasikan frekuensi data. Diagram batang menunjukkan bilangan atau kuantitas dalam bentuk persegi panjang/persegi. Bentuk dari diagram batang yaitu seperti batang-batang yang tegak lurus, mendatar, sama lebar dan memiliki celah diantara batang-batangnya. Contoh diagram batang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Batang

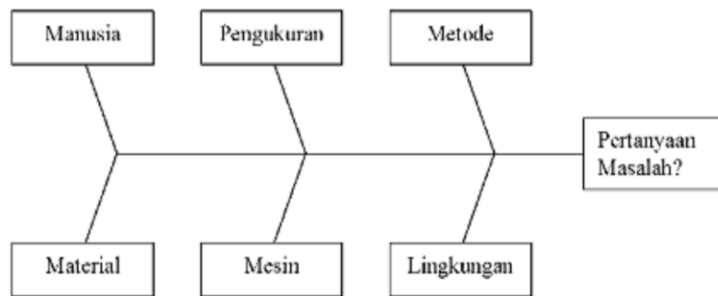
Sumber: Hamid (2015)

### 2.5.3.2 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat atau sering disebut diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*). Dikembangkan pertama kali pada tahun 1950 oleh pakar kualitas Jepang yang bernama Dr. Kaoru Ishikawa. Menurut Syukron & Kholil (2013) diagram yang menggunakan data verbal (*non-numerical*) dengan menggambarkan tentang suatu kondisi penyimpangan mutu

yang dipengaruhi beberapa penyebab yang saling berhubungan. Manfaat dari diagram ini mampu menampilkan akar-akar penyebab yang sesungguhnya dari suatu penyimpangan.

Penyebab masalah bisa datang dari bermacam-macam sumber, misalnya mesin maupun peralatan yang dipakai, operator yang bekerja, lingkungan sekitar, dan banyak lagi. Untuk mencari penyebab dari suatu permasalahan digunakan suatu analisi dengan cara diskusi dari seluruh personil yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisis (Ariani, 2004). Berikut akan disajikan diagram sebab akibat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat  
Sumber: Hariastuti (2013)

### 2.5.3.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Syukron & Kholil (2013), FMEA adalah suatu alat yang berbentuk tabel untuk mengidentifikasi suatu kegagalan proses maupun sistem dengan melihat akibat yang ditimbulkan serta mengurangi atau menghilangkan kegagalan tersebut. FMEA dapat bersumber dari akar penyebab dari suatu masalah kualitas biasanya setelah proses pembuatan diagram sebab akibat. Selain itu FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan.

Langkah-langkah pada FMEA yaitu:

#### 1. Penentuan metode kegagalan yang potensial

Setiap proses akan mengalami suatu keadaan dimana proses tersebut dapat berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain. Terdapat 4 (empat) jenis kegagalan, yaitu:

- a. *No function*: proses tidak berfungsi secara total atau tidak dapat dioperasikan.
- b. *Partial/over function*: tidak memenuhi spesifikasi secara keseluruhan.
- c. *Intermittent function*: memenuhi spesifikasi tetapi tidak dapat berfungsi penuh karena ada faktor luar, misalnya kelembapan dan lingkungan.
- d. *Unintended function*: interaksi beberapa bagian yang telah benar secara individu, tetapi tidak menghasilkan informasi yang diinginkan bila disatukan.

## 2. Penentuan Nilai *Severity* (S)

*Severity* merupakan langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak buruknya pengguna akhir atau intensitas kejadian kegagalan mempengaruhi *output* proses. Nilai 1 menunjukkan keseriusan terendah (resiko kecil) dan nilai 10 menunjukkan tingkat keseriusan tertinggi (sangat beresiko). Skala penilaian *severity* akan disajikan di Tabel 2.3.

Tabel 2.3  
Skala Penilaian *Severity*

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

Sumber: Gaspersz (2002)

## 3. Penentuan Nilai *Occurrence* (O)

*Occurrence* adalah suatu perkiraan subyektif tentang probabilitas atau peluang bahwa penyebab itu akan terjadi, akan menghasilkan mode kegagalan yang memberikan akibat tertentu (Gaspersz, 2002). Nilai 1 menunjukkan keseriusan terendah (resiko kecil) dan nilai 10 menunjukkan tingkat keseriusan tertinggi (sangat beresiko). Skala penilaian *occurrence* akan disajikan di Tabel 2.4.

Tabel 2.4  
Skala Penilaian *Occurrence*

<b>Ranking</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Cacat</b>
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan mode kegagalan	1 dalam 1.000.000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000

<b>Ranking</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Cacat</b>
4	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Sumber: Gaspersz (2002)

#### 4. Penentuan Nilai *Detection* (D)

*Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Menurut Gaspersz (2002), suatu perkiraan subyektif tentang bagaimana efektivitas dari metode pencegahan atau deteksi menghilangkan mode kegagalan. Skala penilaian *detection* akan disajikan di Tabel 2.5.

Tabel 2.5

Skala Penilaian *Detection*

<b><i>Detection</i></b>	<b>Kriteria</b>	<b>Ranking</b>
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Lumayan tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber: Gaspersz (2002)

## 5. Menghitung Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

RPN adalah Nilai yang menyatakan skala prioritas terhadap resiko kualitas yang digunakan untuk panduan dalam melakukan tindakan perencanaan (Gaspersz, 2002). Nilai RPN dari setiap masalah yang potensial dapat digunakan untuk membandingkan penyebab-penyebab yang teridentifikasi selama dilakukan analisis.

$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D} \quad (2-12)$$

Sumber: Gaspersz (2002)

### 2.5.4 Tahap *Improve*

Pada tahap *improve* sering dikatakan suatu usulan yang dapat diimplementasi sesuai dari analisis yang telah dilakukan pada tahapan-tahapan sebelumnya. Tim proyek perlu menetapkan suatu *action plan* agar dapat melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Rencana tindakan (*action plan*) sering disebut menjabarkan apa yang dimiliki terkait sumber daya yang dimiliki yang dilakukan dalam implementasi dari rencana tindakan. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tim proyek *Six Sigma* harus dapat menetapkan target yang nantinya ingin dicapai, Alasan rencana tersebut perlu dilaksanakan, tempat pelaksanaannya, bagaimana rencana tindakan dilakukan, yang menjadi penanggung jawab, serta biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan rencana tersebut. (Gaspersz, 2002).

Pada penelitian ini akan diberikan rekomendasi perbaikan yang bertujuan untuk memperbaiki permasalahan yang terjadi di perusahaan sehingga menjadi acuan perusahaan untuk dapat mengurangi produk cacat dari waktu ke waktu.

#### 2.5.4.1 Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Menurut Wignjosoebroto (2003) pengukuran kerja menggunakan jam henti (*Stopwatch Time Study*) biasanya diaplikasikan pada pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Langkah-langkah untuk pengukuran waktu kerja jam henti sebagai berikut:

1. Mencatat informasi yang berasal dari operator yang telah ditentukan dan pekerjaan yang telah didefinisikan.
2. Membagi kerja ke dalam elemen-elemen kerja.
3. Mengamati, mengukur dan mencatat waktu dari operator untuk mengerjakan dan menyelesaikan elemen-elemen kerja.

#### 4. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman dimaksudkan bahwa data yang didapatkan berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama. Uji keseragaman dapat dilakukan dengan visual dan menggunakan peta kontrol (*Control Chart*). Selain itu, bisa dengan menggunakan bantuan *software*.

#### 5. Uji Kecukupan data

Uji kecukupan dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang didapatkan sudah cukup. Untuk menghindari data yang dikumpulkan tidak cukup maka dapat diambil dalam jumlah banyak, tetapi dari faktor waktu dan biaya sulit dilakukan. Oleh karena itu, jumlah sampel yang diambil dapat disesuaikan dengan kepastian dari peneliti (Wignjosoebroto, 2003). Jumlah pengamatan merupakan banyaknya data yang dibutuhkan sesuai dengan tingkat ketelitian dan kepercayaan yang ditetapkan serta berdasarkan persentase dari elemen kerja. Untuk menetapkan jumlah pengamatan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$N' = \left( \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right)^2 \quad (2-13)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Dimana:

N = jumlah data pengamatan

N' = jumlah data yang seharusnya dilakukan

x = data hasil pengamatan

k = indeks tingkat kepercayaan (*confidence level*)

tingkat kepercayaan 99%, k = 3

tingkat kepercayaan 95%, k = 2

tingkat kepercayaan 90%, k = 1,65

s = indeks tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) atau derajat ketelitian yang menunjukkan maksimum persentase penyimpangan yang bisa diterima.

Jika  $N' \leq N$  maka data dianggap cukup, jika  $N' > N$  data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu penambahan data.

#### 6. Waktu Observasi (Wo)

Waktu observasi merupakan rata-rata waktu pengamatan yang dilakukan dari waktu tiap elemen kerja.

#### 7. Waktu Normal (Wn)



Waktu normal merupakan waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan dalam kemampuan rata-rata (tidak di percepat maupun tidak diperlambat). Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan waktu faktor penyesuaian. Tabel 2.6 akan disajikan *performance rating* dari sistem *westinghouse*.

Tabel 2.6  
*Westinghouse System*

<b>Faktor</b>	<b>Kelas</b>	<b>Lambang</b>	<b>Penyesuaian</b>
<b>Keterampilan</b>	<i>Superskill</i>	A1	+0,15
		A2	+0,13
	<i>Excellent</i>	B1	+0,11
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,06
		C2	+0,03
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E1	-0,05
		E2	-0,10
	<i>Poor</i>	F1	-0,16
		F2	-0,22
	<b>Usaha</b>	<i>Superskill</i>	A1
A2			+0,12
<i>Excellent</i>		B1	+0,10
		B2	+0,08
<i>Good</i>		C1	+0,05
		C2	+0,02
<i>Average</i>		D	0
<i>Fair</i>		E1	-0,04
		E2	-0,08
<i>Poor</i>		F1	-0,12
		F2	-0,17
<b>Kondisi Kerja</b>		<i>Ideal</i>	A
	<i>Excellent</i>	B	+0,04
	<i>Good</i>	C	+0,02
<b>Kondisi Kerja</b>	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E	-0,03
	<i>Poor</i>	F	-0,07
<b>Konsistensi</b>	<i>Perfect</i>	A	+0,04
	<i>Excellent</i>	B	+0,03
	<i>Good</i>	C	+0,01
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E	-0,02
	<i>Poor</i>	F	-0,04

Sumber: Satalaksana, dkk (2006)

## 8. Waktu Baku (Wb)

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Persamaan waktu baku yaitu:

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \quad (2-14)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Dimana:

$W_b$  = Waktu baku (detik)

$W_n$  = Waktu normal (detik)

*Allowance* = Kelonggaran yang diberikan

*Allowance* merupakan pemberian waktu yang cukup pada waktu produksi untuk memberikan pekerja dalam keadaan performa rata-rata.. Jenis *allowance* antara lain:

- a. *Personal Allowance* yaitu kelonggaran waktu untuk kebutuhan pribadi.
- b. *Fatigue Allowance* yaitu kelonggaran waktu untuk melepaskan lelah.
- c. *Delay Allowance* yaitu kelonggaran waktu karena keterlambatan.

Penentuan besar *allowance* berdasarkan *International Labor Organization* (ILO) dilihat dari beberapa faktor yaitu:

- a. Kelonggaran Tetap, merupakan nilai dari kelonggaran yang bersifat konstan dan sudah di standarisasikan dari kelonggaran pribadi sebesar 2%-5% untuk pria dan 5% untuk wanita serta tingkat kelelahan sebesar 4%.
- b. Kelonggaran Tidak tetap, merupakan nilai yang dapat berubah sesuai dengan pengamatan yang dilakukan, sehingga dapat dilihat dari pengamatan langsung. Kelonggaran ada beberapa faktor yaitu: Faktor *standing allowance* (kelonggaran pada posisi berdiri saat melakukan pekerjaan) nilainya konstan yaitu 2%, faktor *abnormal positive* (kelonggaran untuk posisi abnormal), faktor tenaga yang dihabiskan oleh pekerja yang dilihat dari berat beban maka perlu kelonggaran sebesar 0-22%, faktor *bad light* (lingkungan yang memiliki pencahayaan yang buruk), faktor *mental strain* (ketegangan mental), faktor *monotony*, faktor *atmosphere conditions* (temperatur di lingkungan tempat kerja), faktor *noise level* (tingkat kebisingan lingkungan), faktor *tediousness* (tingkat kebosanan dalam melakukan pekerjaan). *Allowance* disajikan dalam bentuk persentase dan digunakan sebagai faktor pengali. Perhitungan *allowance* lebih rinci akan disajikan pada Tabel 2.7

Tabel 2.7  
Perhitungan *Allowance* Kerja Berdasarkan ILO *Allowance*

<b>I</b>	<b>Kelonggaran Tetap</b>	<b>%</b>
	a. Kelonggaran pribadi	5
	b. Kelonggaran kelelahan dasar	4
<b>II</b>	<b>Kelonggaran Tidak Tetap</b>	<b>%</b>
	c. Kelonggaran berdiri	2
	d. Kelonggaran posisi tidak normal	
	1) Cukup kaku	0
	2) Kaku	2
	3) Sangat kaku	7
	e. Menggunakan tenaga atau energi otot (mengangkat, menarik, mendorong)	
	Berat beban yang diangkat saat bekerja	
	5 lb	0
	10 lb	1
	15 lb	2
	20 lb	3
	25 lb	4
	30 lb	5
	35 lb	7
	40 lb	9
	45 lb	11
	50 lb	13
	60 lb	17
	70 lb	22
	f. Cahaya tidak bagus	
	1) Sedikit dibawah rekomendasi	0
	2) Jauh dibawah rekomendasi	2
	3) Benar-benar tidak cukup	5
	g. Kondisi udara (panas dan kelembaban)-variabel	0-10
	h. Tingkat perhatian	
	1) Cukup/sedang	0
	2) Teliti	2
	3) Sangat teliti	5
	i. Tingkat kebisingan	
	1) Berkelanjutan	0
	2) Terputus-putus keras	2
	3) Terputus-putus sangat keras	5
	4) Nada tingkat keras	5
	j. Ketegangan mental	
	1) Proses yang cukup rumit	1
	2) Rumit atau butuh perhatian yang serius	4
	3) Sangat rumit	8
	k. Monoton	
	1) Rendah	0
	2) Sedang	1
	3) Tinggi	4
	l. Kebosonan	
	1) Agak membosankan	0
	2) Bosan	2

Sumber: Niebel & Freivalds (2012)

### 2.5.4.2 Analisis Beban Kerja

Beban kerja adalah sejumlah kegiatan yang perlu diselesaikan pada periode waktu tertentu yang dilakukan oleh perseorangan maupun kelompok dalam keadaan maupun kondisi normal (Harianto, 2010). Beban kerja yang diberikan kepada pekerja apabila berlebihan maka dapat mengganggu fisik dari pekerja, sehingga menyebabkan kesehatan pekerja terganggu akibat dari pekerjaannya. Dalam ergonomi beban kerja harus sesuai dengan kemampuan fisik, kognitif, maupun keterbatasan seseorang yang menerima beban tersebut.

Menurut Wakui (2000), Setiap aktivitas pekerjaan apapun dari level paling bawah hingga paling atas yang memiliki deskripsi kerja yang berbeda dengan posisi apapun akan memberikan beban kerja. Persamaan untuk *workload* disajikan sebagai berikut:

$$\text{Beban Kerja} = \frac{\text{Total Waktu Aktivitas} + \text{Allowance}}{\text{Total Waktu Tersedia}} \quad (2-15)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Kebutuhan jumlah orang untuk mengisi posisi/subposisi tersebut. Untuk perhitungan jumlah kebutuhan pekerja dapat disajikan pada persamaan berikut:

$$\text{WLA} = \frac{\text{Total Beban kerja}}{\text{Waktu kerja efektif untuk menyelesaikan target beban kerja}} \times \text{Wb} \quad (2-16)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Dimana:

WLA = *Workload Analysis*

Wb = Waktu baku

Total beban kerja = Jumlah produksi (unit) atau jumlah siklus (siklus)

Waktu efektif = Jumlah jam kerja per periode

### 2.5.5 Tahap Control

*Control* merupakan tahap untuk melaksanakan hasil analisis dari proses sebelumnya, dengan tujuan mengevaluasi dan memonitor hasil yang didapatkan dari pelaksanaannya. Pada tahap terakhir ini hasil dari keberhasilan dalam peningkatan proses tim proyek didokumentasikan dan disebarluaskan, serta membuat standar prosedur pada proses tersebut dan kualitas produk distandarisasi dan disebarluaskan untuk mencegah praktek lama terulang kembali, prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar agar hasil yang sudah ditunjukkan bisa dipertahankan dan dilakukan secara berkesinambungan (Gaspersz, 2002).

Sangat di butuhkan hasil dari *Six sigma* dilakukan standarisasi dan penerapan perbaikan terus-menerus. Alasan dilakukannya standarisasi, yaitu :

1. Dengan berjalannya waktu, manajemen dan karyawan perusahaan kembali menggunakan praktek-praktek lama dan mendapatkan masalah yang pernah terjadi.
2. Jika terdapat pergantian posisi kerja dengan orang baru, dikhawatirkan penggantinya akan menggunakan praktek-praktek yang dapat menimbulkan permasalahan yang sama.

Berdasarkan uraian diatas, standarisasi sangat diperlukan karena merupakan suatu konsep dari pengendalian kualitas yang fokus pada pencegahan (*Strategy Of Prevention*).

Halaman ini sengaja dikosongkan