

# **SKRIPSI**

## **REDUKSI KERUSAKAN PRODUK UBIN TERASO MELALUI IMPLEMENTASI METODE SIX SIGMA DI CV. QQ KARYA AMANAH**



Disusun oleh:

**ANGGA PRAYUDA ADHI KUSUMA**

NPM. 20.0501.0030

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI (S1)  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG**

**2023**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Peningkatan bisnis saat ini meningkat semakin ketat meskipun berada dalam perekonomian yang cenderung tidak stabil. Hal tersebut memberikan dampak terhadap persaingan persaingan bisnis yang semakin tinggi dan tajam, baik di pasar domestik maupun di pasar internasional. Salah satu cara agar bisa memenangkan kompetisi atau paling tidak dapat bertahan didalam kompetisi tersebut adalah dengan memberikan perhatian penuh terhadap kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan sehingga dapat mengguguli produk yang dihasilkan oleh kompetitor.

Dalam memilih produk, kualitas menjadi sangat penting untuk dipertimbangkan disamping faktor harga yang bersaing. Mutu perlu diperhatikan pada proses produksi sehingga perbaikan proses dan kualitas terhadap sistem produksi secara menyeluruh harus dilakukan jika perusahaan ingin menghasilkan produk yang bermutu baik dalam waktu yang relatif singkat. Dengan demikian, produk akhir yang dihasilkan merupakan produk yang sesuai dengan standar kualitas yang berlaku serta harapan tercapainya tingkat cacat produk mendekati *zero defect* dan tidak membutuhkan biaya yang banyak. Standar kualitas yang dimaksud adalah bahan baku, proses produksi, dan produk jadi. (Nasution,2005).

Kecacatan pada industri manufaktur terkadang disebabkan oleh 6 kategori penyebab yaitu *machine* (mesin atau teknologi), *method* (metode atau proses), *Material* (bahan baku termasuk *raw material*), *man power* (tenaga kerja), dan lingkungan. Apabila terdapat ketidakesuaian dari salah satu kategori diatas maka akan mengakibatkan proses produksi tidak dalam keadaan terkendali dan produk yang dihasilkan tidak diterima.(Assuari, 1999)

Pada era pembangunan saat ini, ubin teraso merupakan salah satu produk perlengkapan yang bisa dijadikan alternatif pengganti keramik. CV. QQ Karya Amanah merupakan perusahaan yang memproduksi

berbagai macam bentuk produk beton modern. Produk yang dihasilkan adalah ubin teraso, konsteen L, bollard, dan pot bunga. Untuk memenuhi kepuasan pelanggan CV. QQ Karya Amanah secara terus menerus mempertahankan kualitas produknya. Upaya pengendalian kualitas tersebut meliputi awal produksi, saat berlangsung produksi sampai dengan produk jadi. Sebelum sampai ketangan konsumen, produk jadi diinspeksi terlebih dahulu yaitu dipisahkan antara yang layak dan tidak layak (*reject*).

Perusahaan tersebut lebih sering memproduksi produk lantai beton modern teraso, proses produksi tergantung dari permintaan pelanggan atau tender. Dalam sekali produksi sesuai tender pada bulan Juli sampai Oktober 2022, CV. QQ Karya Amanah memproduksi 5488 lembar ubin teraso. Pada jumlah ubin teraso yang diproduksi tersebut masih saja terjadi kerusakan/kecacatan yakni ubin teraso pecah, retak, *cuil*. Teraso pecah ini merupakan teraso yang terlihat pecah dibagian tengah sehingga patah menjadi 2 sedangkan retak merupakan teraso yang terlihat pecah pada badan terasanya dan teraso *cuil* merupakan teraso yang patah dibagian pojoknya.

Produk setengah jadi ubin teraso sering mengalami kecacatan yaitu karena pekerja kurang teliti atau kurang fokus, ada ketergantungan pada bahan baku yang dipakai, pada proses pengeringan adonan ubin teraso belum kering sempurna, kemudian pada proses pemotongan ubin teraso mesin/peralatan yang digunakan mengalami kerusakan, metode yang digunakan pekerja tidak optimal/tidak sesuai yang diharapkan.

Berikut adalah data produksi CV. QQ Karya Amanah pada tender bulan Juli sampai Oktober 2022

Table 1.1 Data produksi CV. QQ Karya Amanah

Minggu	Jumlah Produksi	Jenis <i>Defect</i>			Total <i>Reject</i>	% Cacat
		Pecah	Retak	<i>Cuil</i>		
02/07/2022	180	5	7	13	25	14%
09/07/2022	339	3	12	23	38	11%
16/07/2022	343	6	12	12	30	9%
23/07/2022	360	7	10	20	37	10%
30/07/2022	356	4	16	22	42	12%
06/08/2022	367	7	15	10	32	9%
13/08/2022	349	8	9	19	36	10%
20/08/2022	357	9	24	26	59	17%
27/08/2022	328	3	12	16	31	9%
03/09/2022	358	5	12	16	33	9%
10/09/2022	377	6	12	19	37	10%
17/09/2022	345	3	23	30	56	16%
24/09/2022	339	8	7	11	26	8%
01/10/2022	357	7	19	21	47	13%
08/10/2022	366	1	13	23	37	10%
15/10/2022	367	6	12	21	39	11%
<b>rata-rata</b>	343	55	13	19	38	11%

Sumber : Data yang diolah

Jumlah produksi rata-rata kerusakan ubin teraso yang diproduksi CV. QQ Karya Amanah sekitar 11% dari total produksi tiap minggu. Tingkat kerusakan ini, sudah melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 1-2%. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengimplementasikan metode *six sigma* guna mengurangi kerusakan produk ubin teraso tersebut.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, maka masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab kerusakan produk ubin teraso pada CV. QQ Karya Amanah ?
2. Bagaimana strategi untuk mereduksi tingkat kerusakan produk ubin teraso di CV. QQ Karya Amanah ?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan pada produk ubin teraso yang di produksi CV. QQ Karya Amanah.
2. Menentukan strategi dalam mereduksi tingkat kerusakan produk ubin teraso.

## **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada:

1. Sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam mengurangi kerusakan produk.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam meningkatkan kualitas produk.

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### A. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang akan dilakukan terkait dengan penelitian-penelitian sebelumnya, di antaranya adalah:

1. Penelitian Muhammad Zahid Ash-Shiddiqq (2019) yang berjudul Penerapan Metode *Six Sigma* dan FMEA Dalam Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Produk Cacat Pada CV. SIFA, menyatakan bahwa dengan metode Six Sigma yang terdiri dari tahapan *Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*, dapat mengurangi jumlah produk cacat dari 1844 menjadi 963 pieces serta membuat kegiatan yang semula tidak terkendali menjadi terkendali berdasarkan nilai pada *p-chart*. Persentase sebelum dan sesudah perbaikan dari 7.23 % menjadi 3.97 %. *Sigma level* pada proses pembuatan undangan setelah di terapkan menjadi sebesar 3,75 dengan nilai DPMO 9.927,835. Level ini menunjukkan bahwa CV. SIFA berada pada level 4 sigma dengan kategori rata-rata industri USA. Penurunan jumlah produk cacat dan persentasenya terjadi karena perbaikan pada mesin produksi, karyawan, material dan metode pekerjaan sesuai rekomendasi pada tahap *improve* (FMEA).
2. Penelitian Mohammad Erry (2019) yang berjudul Usulan Perbaikan Proses Produksi Tas Ransel Untuk Meminimalkan Kecacatan Produk Dengan Metode *Six Sigma* Di UD. DIECHI, menyatakan bahwa berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan Metode *Six Sigma* didapatkan jenis kecacatan produk tas ransel yaitu : a) Cacat ukuran, b) Jahitan tidak rapi, c) Cacat resletig macet, d) Tali bisbane robek, e) Logo merk rusak, f) Cacat sablon, g) Cacat kain bernoda, h) Clip penjepit rusak. Hasil produksi UD. Diechi pada bulan Januari – Juni 2018 didapat nilai DPMO (*Defect per Million opportunity*) dan nilai Sigma sebesar 5,2 yang berarti perusahaan dianggap *world class company* menurut standar kualitas Internasional.

3. Penelitian yang dilakukan Warfuatun Lifia (2022) yang berjudul Analisis Pengendalian dan Pengembangan Kualitas Produk dengan Metode *Six Sigma* dan DMAIC (Studi Kasus PT. Biggy Cemerlang), menyatakan bahwa berdasarkan hasil analisis dengan perhitungan DPMO yang dilakukan, diperoleh *level sigma* pada proses produksi ketiga produk alat-alat rumah tangga berbahan plastik (TWLB-77 Morinaga, TWLB-62 Batita, TWLB-19 Animal) adalah sebesar 3,88565. Karena nilai sigma masih belum mencapai 6, *six sigma* digunakan karena pada penelitian ini fokusnya terhadap pengurangan variasi proses dan meningkatkan control. Jenis-jenis cacat yang timbul pada produk sampel TWLB-77, TWLB-62, dan TWLB-19 yaitu *sinkmark, short, bubble, flashing, blackdot, dan silver*. Jenis cacat tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor mesin, manusia atau operator, metode yang digunakan, material.

Penelitian yang akan dilakukan merupakan pengembangan dari ketiga penelitian sebelumnya yang dilakukan pada obyek ubin teraso yang merupakan produk berbahan baku material alam yang berbeda dari bahan baku produk penelitian-penelitian sebelumnya. Selain itu juga obyek penelitian ini diproduksi dengan cara yang semi manual, yang berbeda dengan produk-produk penelitian sebelumnya.

## **B. Pengertian Produk Cacat**

Siregar, dkk (2013) mendefinisikan Produk cacat adalah unit produk yang tidak memenuhi standar produksi dan dapat diperbaiki secara teknis dan ekonomis untuk dapat dijual sebagai produk baik atau tetap sebagai produk cacat. Menurut Supriyono (2000) mengatakan bahwa produk cacat adalah Produk yang kondisinya rusak atau tidak memenuhi sesuatu yang telah ditentukan, akan tetapi produk tersebut masih bisa diperbaiki secara ekonomis menjadi produk yang baik mutunya dalam arti biaya perbaikan produk cacat lebih rendah dibandingkan kenaikan nilai yang diperoleh adanya perbaikan. Produk cacat adalah Produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar mutu yang telah ditentukan, tetapi dengan

mengeluarkan biaya pengerjaan kembali untuk memperbaikinya, produk tersebut secara ekonomis dapat disempurnakan lagi menjadi produk jadi baik (Mulyadi, 2014) jadi dapat disimpulkan bahwa produk cacat adalah unit produk yang tidak memenuhi standar produksi tetapi masih bisa diperbaiki secara teknis dan ekonomis untuk meningkatkan mutu produk lebih baik.

Dalam proses produksi suatu perusahaan slalu terdapat produk cacat. Terdapat beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya produk cacat. Menurut Lestari (2012) mengatakan bahwa faktor-faktor terjadinya produk cacat yaitu:

1. Sumber Daya Manusia (SDM)

Sumber daya manusia tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan seperti ketidakteelitian, kecerobohan, kurangnya konsentrasi, kelelahan, kurangnya disiplin serta rasa tanggung jawab yang mengakibatkan terjadinya produk yang tidak sesuai standart perusahaan.

2. Bahan Baku

Bahan baku sangat mempengaruhi kualitas dari suatu produk yang akan dihasilkan.

3. Mesin

Mesin adalah salah satu alat yang bisa mempengaruhi terjadinya produk cacat, karena untuk menghasilkan produk dengan kualitas baik diperlukan mesin-mesin yang baik dan terawat dengan baik

Dalam ilmu manajemen, produk cacat dapat dikendalikan melalui suatu aktivitas yang dinamakan pengendalian kualitas produk.

### **C. Pengertian Pengendalian**

Kegiatan pengendalian dilaksanakan dengan cara memonitor keluaran (*output*), membandingkan dengan standar-standar yang sudah ditentukan, menafsirkan perbedaan-perbedaan, dan mengambil tindakan untuk menyesuaikan kembali proses-proses tersebut, sehingga sama atau sesuai dengan standar, pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan

sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan tercapai (Buffa, 1999). pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memantau aktivitas dan memastikan kinerja sebenarnya yang dilakukan telah sesuai dengan yang direncanakan (Gaspersz, 2005). Menurut Assauri (2008) Pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang telah direncanakan, dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi, sehingga apa yang diharapkan tercapai.

Berdasarkan pengertian diatas, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa pengendalian adalah kegiatan yang dilakukan untuk memantau aktivitas dan memastikan kinerja yang dilakukan telah sesuai dengan yang direncanakan.

#### **D. Pengertian Kualitas**

Feigenbum (1996) mendefinisikan kualitas produk sebagai gabungan keseluruhan karakteristik produk dan pelayanan dari segi pemasaran, rekayasa, manufaktur dan perawatan, sehingga dapat memenuhi keinginan konsumen. Kualitas merupakan suatu kondisi yang berhubungan dengan produk dan jasa manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau lebih melebihi harapan pelanggan. Menurut Heizer dan Render (2014:244) kualitas adalah keseluruhan fitur dan karakteristik sebuah barang atau jasa yang menggunakan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan yang dijanjikan dan tersirat. Sedangkan menurut Harsanto (2013:76) Kualitas adalah terpenuhi atau terlampauinya ekspektasi pelanggan melalui produk yang perusahaan berikan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan, kualitas mencakup produk, tenaga kerja, proses dan lingkungan serta kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misal yang dianggap berkualitas tinggi pada saat ini mungkin bisa menjadi kurang berkualitas dimasa yang akan datang).

## E. Pengertian Pengendalian Kualitas

Ahyari (1990) mendefinisikan pengendalian kualitas adalah suatu aktifitas untuk menjaga dan mengarahkan agar kualitas produk perusahaan dapat dipertahankan sebagaimana telah dipertahankan. Pengendalian kualitas juga didefinisikan oleh Reksohadiprojo (2000) sebagai alat penting bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan, mempertahankan kualitas yang sudah tinggi mengurangi jumlah barang yang rusak. Pengendalian kualitas adalah merencanakan dan melaksanakan cara yang paling ekonomis untuk membuat sebuah barang yang akan bermanfaat dan memuaskan tuntutan konsumen secara maksimal (Assuari, 1999). Jadi dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas adalah aktifitas untuk menjaga, mengarahkan, mempertahankan dan memuaskan tuntutan konsumen secara maksimal.

Ada delapan dimensi kualitas yang dikembangkan oleh Garvin dan dapat digunakan sebagai kerangka perencanaan strategis dan analisa terutama untuk manufaktur (Garvin, 1988). Dimensi tersebut meliputi:

1. *Performance* berkaitan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang ditimbangkan pelanggan ketika akan membeli suatu produk.
2. *Feature* merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar yaitu berkaitan dengan pilihan-pilihan dan perkembangannya.
3. *Reliability* berkaitan dengan kemungkinan suatu produk berfungsi secara berhasil dalam periode waktu tertentu dibawah kondisi tertentu.
4. *Conformance* berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
5. *Durability* merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan suatu produk.
6. *Service Ability* merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan atau kesopanan, kompetisi, kemudahan serta akurasi dalam perbaikan.

7. *Aesthetics* merupakan karakteristik mengenai keindahan yang bersifat subyektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari presensi atau pilihan individu.
8. *Perceived Quality* bersifat subyektif berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk, seperti meningkatkan harga diri. Hal ini dapat juga berupa karakteristik yang berupa reputasi (*brand name image*).

## F. Metode SIX SIGMA

Greg Brue (2015) mendiskripsikan *six sigma* sebagai: a) konsep statistik untuk mengukur sebuah proses dimana tingkat kegagalannya sebesar 3,4 kali kemungkinan dari 1 juta kegiatan yang sama; b) filsafat manajemen yang memfokuskan diri pada pembatasan kegagalan melalui praktek yang mengutamakan pemahaman, pengukuran, serta penyempurnaan proses. Sementara itu, Urdhwarshhe (2000) mendefinisikan *six sigma* sebagai sebuah pendekatan yang sangat tertib, yang digunakan untuk membatasi penyimpangan dalam proses operasional, sehingga cacat produk menjadi kurang dari 3,4 bagi 1 juta proses, barang, atau jasa tertentu.

*Six Sigma* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengendalian kualitas produk.

### 1. Pengertian *Six Sigma*

*Six sigma* mempunyai paling tidak 2 arti yang berbeda tergantung dari konteks. Tidak ada satu jawaban mengenai apa itu *six sigma*. Jawaban pertama, *six sigma* merupakan filosofi manajemen. *Six sigma* merupakan pendekatan yang didasarkan konsumen yang menyatakan bahwa cacat itu mahal. Semakin sedikit cacat akan semakin rendah biaya dan kepuasan konsumen meningkat. Biaya terendah merupakan nilai daya saing barang dan jasa. *Six sigma* merupakan suatu cara untuk mencapai hasil bisnis strategi.

Kedua, *six sigma* adalah suatu statistik, proses-proses *six sigma* akan menghasilkan 3,4 cacat atau kesalahan dalam satu juta kesempatan. Perusahaan dianggap *world class company* apabila seluruh proses

aktifitas mencapai 5-6 sigma, menjadi perusahaan yang rata-rata saja apabila mencapai 3-4 sigma dan menjadi perusahaan yang tidak kompetitif apabila hanya mencapai 2 sigma (Pande, 2003).

Jawaban ketiga *Six sigma* juga sering diartikan sebagai metode sistematis untuk *improvement* proses maupun produk. *Six sigma* dalam hal ini dipandang sebagai metodologi untuk proses maupun produk melalui *tools* dan teknik-teknik terstruktur yang diterapkan pada proyek tertentu guna tercapainya hasil yang diharapkan. *Six sigma* merupakan aplikasi dari peralatan tersebut pada proyek-proyek penting yang dipilih pada saat yang tepat, efektif dan terfokus agar menjadi terjadi perbaikan kualitas. Makin tinggi nilai sigma yang diperoleh maka akan sempurna proses yang dilakukan oleh organisasi tersebut.

*Six sigma* sebagai sistem pengukuran menggunakan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) sebagai satuan pengukuran. DPMO merupakan ukuran yang baik bagi kualitas produk ataupun proses, sebab berkorelasi langsung dengan cacat, biaya dan waktu yang terbuang. Menurut Gaspersz (2007), cara menemukan DPMO adalah sebagai berikut:

*Defect per Unit* (DPU):

$$DPU = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total inspeksi}} \quad (\text{Gaspersz, 2007})$$

*Defect per Million Opportunities* (DPMO):

$$DPMO = \frac{DPU \times 1.000.000}{\text{Probability Kerusakan}} \quad (\text{Gaspersz, 2007})$$

Kemudian menurut Tannady (2015), untuk menemukan nilai sigma dapat menggunakan persamaan berikut ini di dalam *microsoft excel*.

$$\text{Nilai } \sigma = \text{NORM.S.INV} ((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1,5$$

(Tannady, 2015)

Untuk dapat melihat lebih jelas tentang *sigma level*, lihat tabel hubungan antara tingkat kualitas *six sigma* dan DPMO dapat dilihat seperti tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Hubungan Antara Tingkat Kualitas *Six Sigma* dan DPMO

$\sigma$	DPMO	<i>Long-Term Yield (%)</i>
1	691.000	30,90
2	308.000	69,20
3	66.800	93,32
4	6.210	99,379
5	230	99,977
6	3,4	99,99966

Sumber: Peter Pande (2002)

Satu *sigma* berarti jumlah kemungkinan kesalahan yang dilakukan dalam sebuah proses adalah 691.000 kali dari satu juta kali kemungkinan. Sedang enam sigma berarti hanya melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari satu juta kali kemungkinan.

## 2. Tujuan penggunaan Six Sigma

Tujuan mendasar dari metodologi *Six Sigma* adalah penerapan strategi berbasis pengukuran yang berfokus pada peningkatan proses dan pengurangan variasi melalui penerapan proyek pendekatan *Six Sigma*. Pendekatan metode *six sigma* yang dibutuhkan untuk melakukan peningkatan terus menerus yaitu pendekatan yang sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta dengan menggunakan peralatan, pelatihan dan pengukuran salah satunya dengan melalui pendekatan DMAIC, sehingga semua kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi.

## G. Pendekatan DMAIC Six Sigma

Langkah-langkah penggunaan Six Sigma dikenal dengan istilah DMAIC yang merupakan singkatan dari *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (Peter Pande, 2002)

### 1. *Define* (mengidentifikasi)

*Define* merupakan langkah utama dalam pendekatan *six sigma* yaitu mengidentifikasi masalah penting dalam proses yang sedang berlangsung, untuk menentukan perlu tidaknya suatu perbaikan. Apabila perlu perbaikan, maka muncul pertanyaan-pertanyaan “Mengapa perlu dilakukan perbaikan?, Siapa pelanggannya?, Apa yang menjadi persyaratan pelanggan? Bagaimana proses-proses yang dilakukan saat ini?, Apa manfaat melakukan perbaikan ini?”

### 2. *Measure* (pengukuran)

*Measure* merupakan tindak lanjut dari langkah *define* dan merupakan sebuah jembatan untuk langkah berikutnya yaitu *analyze*. Langkah *measure* mempunyai 2 sasaran utama yaitu:

- a. Mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkualifikasi masalah atau peluang.
- b. Mulai menyentuh fakta dan langkah-langkah yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.

*Milestone* (batu loncatan) pada langkah *measure* adalah mengembangkan ukuran sigma awal untuk proses yang sedang diperbaiki, Tiga hal pokok yang perlu diperhatikan dalam pengukuran (*measure*), yaitu:

- a. Menentukan karakteristik kualitas yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifikasi dari pelanggan.
- b. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses *output* dan *outcome*.
- c. Mengukur kinerja sekarang (*current performance*)

Untuk menentukan prioritas dan membuat keputusan yang baik tentang ukuran-ukuran yang diperlukan, *Six Sigma* mengambil cara pandang bisnis terhadap proses yang terdiri dari tiga kategori ukuran yaitu:

- a. *Output* (hasil akhir): ukuran-ukuran *output focus* kepada hasil (pengiriman, cacat, *complain*) dan hasil akhir pada pengaruh pengaruh dengan periode yang lebih panjang (profit, kepuasan, dan sebagainya).
- b. Proses hal-hal yang dapat dilacak dan diukur. Item-item ini biasanya membantu tim untuk memulai menyentuh akar permasalahan.
- c. *Input*: hal-hal yang ada pada proses untuk mengolah *output*. *Input* yang buruk dapat menciptakan *output* yang buruk sehingga ukuran *input* juga membantu mengidentifikasi akar masalah yang mungkin terjadi.

Langkah-langkah dalam melakukan pengukuran yaitu:

- a. Menentukan nilai *DEFECT PER UNIT* (DPU), Merupakan ukuran untuk merefleksikan jumlah rata-rata dari *defect*, semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit dari unit yang dijadikan sampel. DPU dirumuskan sebagai berikut:

$$DPU = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah unit}} \quad (\text{Peter Pande, 2002})$$

- b. Menentukan hasil final (*yield*), Merupakan jumlah total unit yang ditangani dengan benar disepanjang langkah proses. Hasil final (*yield*) dirumuskan sebagai berikut

$$\text{Hasil final} = 1 - \text{proporsi produk cacat.} \quad (\text{Peter Pande, 2002})$$

- c. Menentukan peluang cacat

Langkah-langkah menentukan peluang cacat yaitu sebagai berikut:

- 1) Mencari berapa jenis *defect* yang terjadi
- 2) Menentukan *defect actual*
- 3) Memeriksa jumlah peluang yang diusulkan terhadap standar

- d. Menghitung *Defect per Oportunity (DPO)*, merupakan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok atau kalkulasi yang digunakan dalam perbaikan proses untuk menentukan jumlah *defect* per peluang. DPO dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$DPO = \frac{\text{Jumlah } defect}{\text{jumlah unit x jenis } defect} \quad (\text{Peter Pande, 2002})$$

- e. Menghitung *Defect per Milion Oportunities (DPMO)*, merupakan kalkulasi yang digunakan dalam inisiatif perbaikan proses *six sigma* yang mengindikasikan jumlah *defect* dalam satu proses per satu juta peluang. DPMO dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (\text{Peter Pande, 2002})$$

- f. Konversi nilai DPMO ke nilai sigma, dilakukan untuk menerjemahkan ukuran *defect* (DPMO) menjadi nilai *sigma* dengan menggunakan tabel konversi (DPMO ke *sigma*)

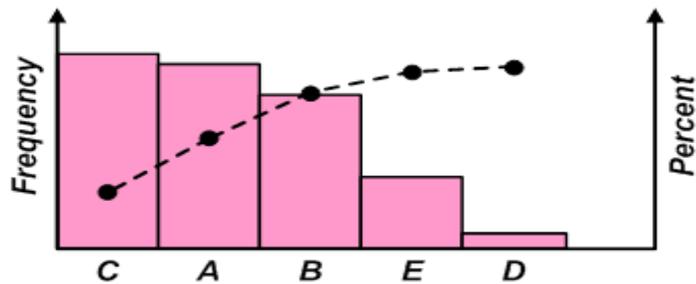
### 3. *Analyze* (menganalisa)

Dalam langkah ini kita masuk kedalam hal-hal detail, meningkatkan pemahaman terhadap proses dan masalah, serta mengidentifikasi akar masalah. Pada langkah ini pendekatan *six sigma* menerapkan *statistical tool* untuk memvalidasi akar permasalahan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui seberapa baik proses yang telah berlangsung dan mengidentifikasi akar permasalahan yang mungkin menjadi penyebab timbulnya variasi dalam proses.

Terdapat 2 sumber kunci dari input untuk menentukan penyebab sesungguhnya dari masalah yang dihadapi yaitu: (Reksohadiprojo, 2002)

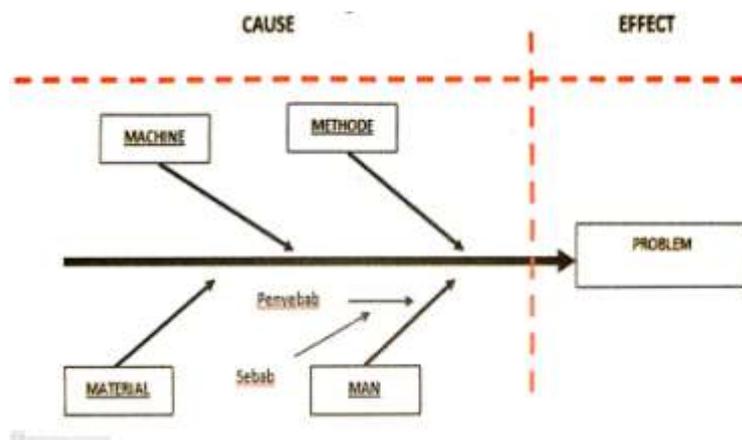
- a. Analisis data menggunakan diagram pareto.

Diagram pareto digunakan dalam berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana yang akan diambil pada tahap berikutnya Analisis pareto adalah proses dalam memperingkat kesempatan untuk menentukan yang mana dari kesempatan potensial yang banyak harus dikejar terlebih dahulu.



Gambar 2.1 Diagram Pareto  
 Sumber: (Peter Pande, 2002)

- b. Analisis proses menggunakan diagram sebab akibat (*fish bone*).  
 Diagram sebab akibat merupakan metode sederhana dalam menyajikan penyebab secara grafik masalah kualitas tertentu. Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang ada.



Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat  
 Sumber: (Peter Pande, 2002)

Komponen-komponen dari diagram sebab akibat diatas meliputi :

- 1) *Method* adalah prosedur atau teknik yang digunakan untuk mengerjakan tugas,
- 2) *Machines* adalah teknologi yang digunakan seperti mesin, komputer, atau peralatan pemanufakturan.
- 3) *Material* adalah *input* mentah yang digunakan dalam proses, dan

4) *Man* adalah sebuah variabel kunci bagaimana menggabungkan semua unsur lain tersebut untuk menghasilkan *result* atau *output* bisnis.

#### 4. *Improve* (memperbaiki)

Setelah mengukur dengan cermat dan menganalisis, maka langkah berikutnya *improve* yaitu memperbaiki proses *output* guna menyelesaikan masalah. Selama tahap ini, diuraikan ide-ide perbaikan atau solusi yang mungkin untuk dilaksanakan. Cara terbaik untuk memulai *fase improve* dengan menghasilkan banyak ide tentang cara mengatasi masalah dan kemudian menggunakan ide-ide tersebut untuk mengembangkan solusi yang dapat bekerja. Dalam melakukan tindakan perbaikan, diperlukan metode 5w+2h (*what, why, where, when, who, how, and how much*). Penggambarannya dapat dilakukan menggunakan diagram pohon alternatif. Diagram pohon merupakan alat yang digunakan untuk menghubungkan tujuan yang harus ditempuh dengan tugas yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan tersebut. Diagram ini juga sering digunakan untuk menerjemahkan hasil dari diagram sebab akibat.

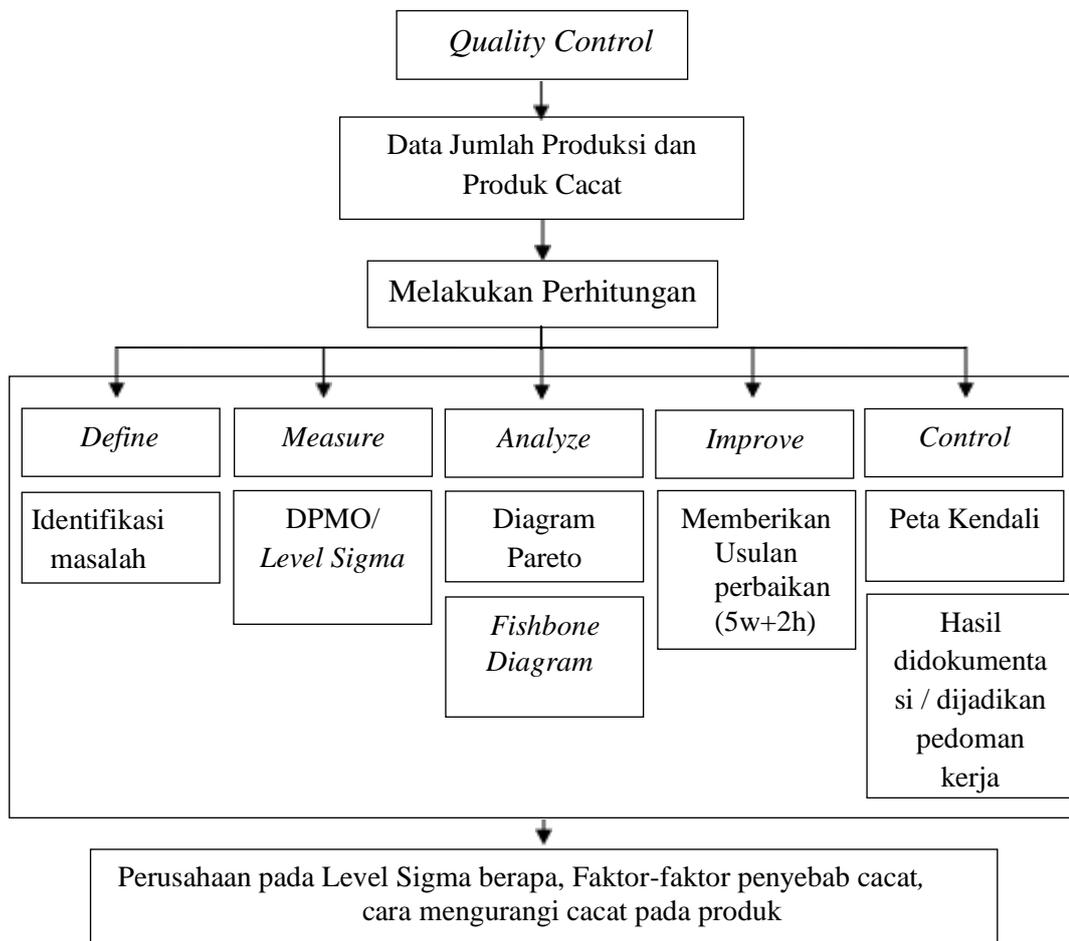
#### 5. *Control* (mengontrol)

Sebagai bagian dari pendekatan *six sigma*, perlu adanya pengawasan untuk meyakinkan bahwa hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian. Hasil dari tahap *improve* harus diterapkan dalam waktu tertentu untuk dapat dilihat pengaruhnya terhadap kualitas produk yang dihasilkan (Reksohadiprojo, 2000).

Tugas-tugas control adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan proses monitoring untuk melacak perubahan-perubahan yang harus ditentukan,
- b. Menciptakan rencana tanggapan untuk menangani masalah-masalah yang mungkin muncul, dan
- c. Membantu memfokuskan perhatian manajemen terhadap ukuran-ukuran kritis yang memberikan informasi terkini mengenai hasil akhir.

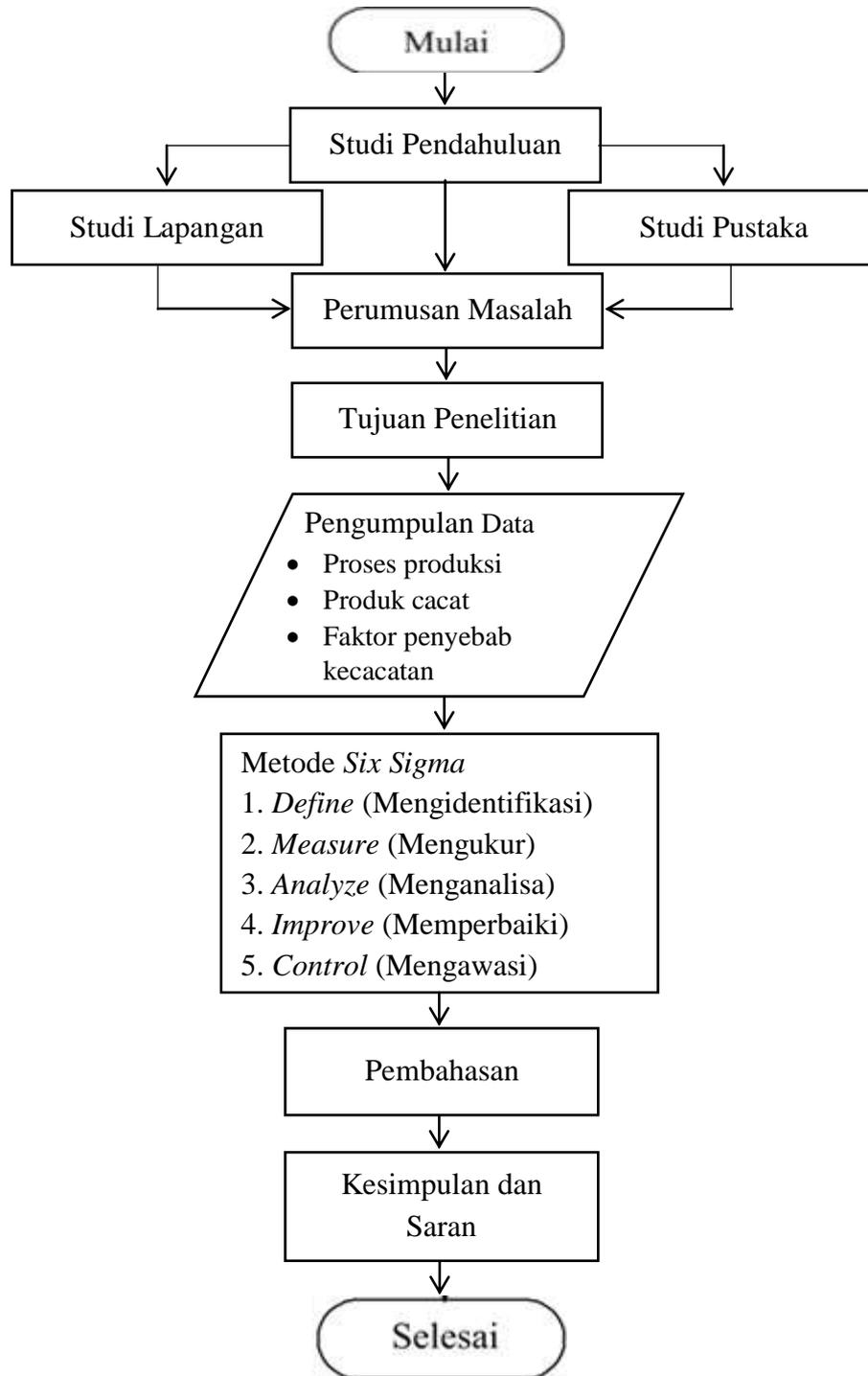
## H. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2.3 Kerangka Konsep Penelitian

### BAB III METODE PENELITIAN

Langkah-Langkah dalam penelitian ini dapat digambarkan dengan diagram berikut ini :



Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian

## **A. Studi Pendahuluan**

Studi pendahuluan dilakukan sebagai langkah awal dalam proses penelitian, yang meliputi:

### **1. Studi Lapangan**

Studi lapangan bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi subyek penelitian. Selanjutnya masalah-masalah yang teridentifikasi diseleksi dan ditentukan salah satu yang terkait dengan bidang Teknik industri dan sangat perlu untuk dilakukan penelitian segera.

### **2. Studi Pustaka**

Setelah ditetapkan masalah penelitian, selanjutnya dilakukan studi pustaka berupa hasil-hasil penelitian yang relevan, terpublikasi di jurnal-jurnal ilmiah atau prosiding ilmiah terbitan lima tahun terakhir. Juga buku-buku referensi terkait dengan masalah penelitian terbitan 10 tahun terakhir.

## **B. Perumusan Masalah**

Masalah penelitian yang telah ditetapkan selanjutnya dirumuskan secara spesifik yang digunakan sebagai acuan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi pengumpulan dan analisis data.

## **C. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah, selanjutnya ditentukan tujuan penelitian yang juga menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian, terutama dalam menentukan kesimpulan penelitian.

## **D. Pengumpulan Data**

### **1. Jenis Data**

#### **a. Data Primer**

Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari hasil eksperimen di lapangan, data yang dibutuhkan meliputi:

- 1) Data proses produksi ubin teraso
- 2) Kualitas ubin teraso

3) Data kerusakan ubin teraso

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah tersedia atau telah dikumpulkan oleh orang atau lembaga tertentu. Data sekunder sebelum digunakan perlu diperiksa ulang mengenai ketepatan dan keasliannya. Data sekunder ini didapatkan dari hasil penelitian selama di perusahaan dan juga sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penelitian.

2. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data tersebut diatas dilakukan dengan metode:

- a. Metode pengamatan yaitu melakukan pengamatan awal di CV. QQ Karya Amanah.
- b. Metode wawancara dengan melakukan wawancara kepada pengawas bagian produksi dan dua orang pekerja.

#### **D. Langkah-langkah Metode Six Sigma**

1. *Define* ( Mengidentifikasi )

Tahap *define* merupakan tahap yang pertama dalam *six sigma*. Identifikasi masalah dilakukan untuk mencari sesuatu yang salah dalam proses produksi. Pada penelitian ini, masalah difokuskan pada produk cacat yang akan dijabarkan dengan pertanyaan sebagai berikut:

- a. Apa ?
  - 1) Proses mana yang terlibat ?
  - 2) Apa yang salah ?
- b. Dimana/Kapan ?
  - 1) Dimana dilakukan pengamatan masalah ?
  - 2) Kapan dilakukannya pengamatan masalah ?
- c. Seberapa besar ?
  - 1) Seberapa besar masalah/kesenjangan/peluang ?
  - 2) Bagaimana kita akan mengukurnya ?
- d. Dampaknya ?
  - 1) Apa dampak dari masalah/peluang ?

- 2) Apa manfaat tindakan/konsekuensi jika tidak bertindak ?
- e. Pemetaan proses
  - 1) Proses apa saja yang ada dalam produksi ubin teraso ?

2. *Measure* ( mengukur )

Tahap *measure* merupakan tahap untuk mengetahui seberapa baik proses yang sudah ada. Untuk mengetahui tingkat *sigma* dari proses yang ada diperlukan data. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data yang berhubungan dengan aspek-aspek pengendalian kualitas *six sigma* yang akan diolah untuk mencari nilai *sigma* dari kualitas produk ubin teraso di CV. QQ Karya Amanah. Data-data yang dikumpulkan tersebut kemudian akan di hitung cacat per *unit*, hasil final, cacat per peluangnya, dan cacat per satu juta peluang.

- a. Menghitung proporsi *rasio defective / defect per unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Jumlah defect}}{\text{Jumlah unit}}$$

- b. Menghitung hasil final

$$\text{Hasil final} = 1 - \text{proporsi defect}$$

- c. Menghitung *defect per opportunities* ( DPO )

$$DPO = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah unit} \times \text{jenis defect}}$$

- d. Menghitung *defect per million opportunities* ( DPMO )

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Setelah dilakukanya perhitungan, hasil perhitunga akan dimasukkan pada tabel perhitungan Hasil Final dan DPMO.

Tabel 3.1 Tabel Hasil Final dan DPMO

Nama proses	Total defect	Total produksi	DPU	Hasil final	Peluang	DPO	DPMO

e. Konversi DPMO ke nilai *sigma*

Tahap terakhir dalam penentuan nilai *sigma* setelah diperoleh hasil DPMO yaitu mengkonversi DPMO ke nilai *sigma*. Cara ini dapat dilakukan dengan menggunakan tabel konversi.

Tabel 3.2 Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma

Nama Proses	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>

3. *Analyse* ( menganalisa )

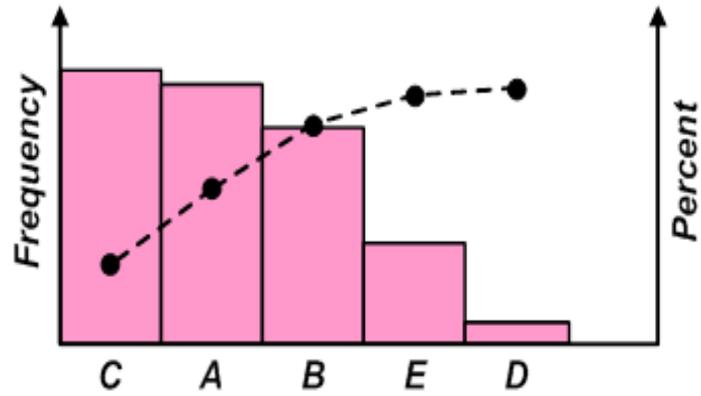
a. Membuat Diagram Pareto

Diagram pareto dibuat berdasarkan dari data tabel yang sudah diolah.

Tabel 3.3 Tabel Terjadinya Cacat

No.	Jenis Cacat	Frekuensi	Frekuensi komulatif	Prosentase Total Kerusakan	Presentase komulatif
1.					
2.					
	Jumlah				

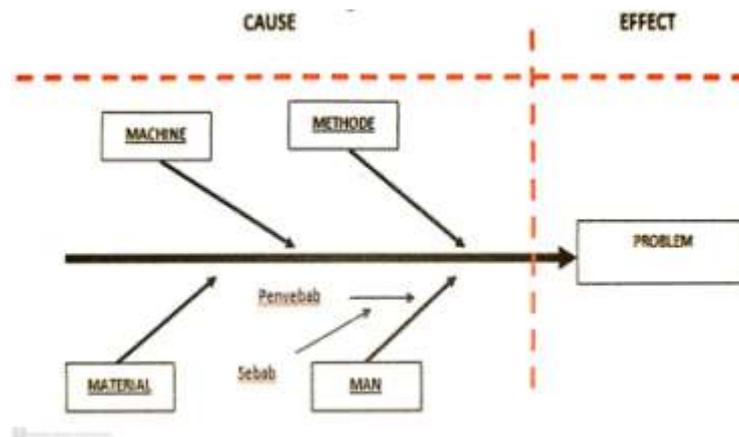
Setelah tabel terisi semua maka langkah selanjutnya membuat diagram pareto.



Gambar 3.2 Diagram Pareto

b. Membuat Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* atau diagram sebab akibat merupakan metode sederhana dalam menyajikan penyebab secara grafik masalah kualitas tertentu. Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah.



Gambar 3.3 Diagram Sebab Akibat

4. *Improve* (memperbaiki)

Merupakan tahap peningkatan kualitas *six sigma* dengan melakukan ulasan perbaikan, menganalisa kemudian tindakan perbaikan dilakukan.

## 5. *Control* (mengawasi)

Untuk mengontrol proses produksi agar tidak mengalami tingkat *defect* yang tinggi maka digunakan *control chart*. *Control chart* atau dalam bahasa Indonesia sering disebut dengan “Peta Kendali” adalah salah satu alat yang digunakan dalam produksi untuk mengendalikan proses produksi secara statistik atau lebih dikenal dengan Istilah *Statistical Process Control* (SPC). *Control chart* (Peta Kendali) juga merupakan salah satu alat dari 7 alat Pengendalian Kualitas (QC 7 Tools). *Control chart* pertama kalinya diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart (1986) yang bertujuan untuk mengurangi variasi dalam proses produksi dan untuk mendeteksi penyebab khusus (*special cause / unnatural Cause*) yang mengakibatkan terjadinya variasi. Metodologi *Six sigma* menggunakan *control chart* ditahap “*Control*” untuk mengendalikan proses yang telah diperbaiki atau ditingkatkan (*Improvement*). *Control chart* yang paling sering dipakai dalam produksi pada umumnya terdiri dari 7 Jenis *control chart* dan digolongkan menjadi 2 kategori berdasarkan jenis data yang diukurnya. Berikut ini adalah Jenis-jenis *Control chart*:

### a. *Variable Control Chart* (Peta Kendali Variabel)

*Variable Control chart* atau Peta Kendali Variabel ini digunakan untuk mengendalikan proses dengan Data Variabel seperti Panjang Kaki Komponen, Suhu Solder, Tegangan *Power Supply*, Dimensi Komponen dan data-data variabel lainnya. Jenis-jenis *Control chart* ini diantaranya:

#### 1) *Xbar – R Chart*

*Xbar – R Chart* adalah Peta kendali untuk mengendalikan proses berdasarkan Rata-rata (*Xbar*) dan *Range* (R). *Xbar – R Chart* digunakan apabila ukuran sampel yang dikumpulkan berjumlah lebih dari 2 dan kurang dari atau sama dengan 5 ( $2 < n \leq 5$ ) pada setiap set sampel data, Jumlah set sampel yang ideal adalah 20 – 25 set sampel.

## 2) *Xbar – s Chart*

*Xbar – s Chart* adalah Peta kendali untuk mengendalikan proses berdasarkan rata-rata (*X-bar*) dan Standar *Deviasi* (*s*). *Xbar-s Chart* digunakan apabila ukuran sampel yang dikumpulkan berjumlah lebih dari 5 ( $n > 5$ ) pada setiap set sampel data, Jumlah set sample yang ideal adalah 20 – 25 set sampel.

## 3) *I – MR Chart (Individual Moving Range Chart)*

*I-MR Chart* digunakan apabila data sampel yang dikumpulkan hanya berjumlah 1 *unit*. Chart jenis ini sering digunakan jika sampel yang diperiksa tersebut harus dimusnahkan (tidak dapat dipakai kedua kalinya) atau pada produk yang berharga tinggi.

## b. *Attribute Control Chart* (Peta Kendali Atribut)

*Attribute Control Chart* (Peta Kendali Atribut) ini digunakan untuk mengendalikan proses dengan menggunakan data atribut seperti jumlah *unit* yang gagal produksi (*Reject*), jumlah ketidakhadiran karyawan, jumlah komponen yang cacat dan lain sebagainya. Pada dasarnya, Data Atribut adalah Data yang hanya memiliki 2 nilai atau pilihan seperti OK atau NO, Hadir atau Absen, dan Komponen Baik atau Komponen *defect*. Jenis *Control chart* ini diantaranya:

### 1. *np-Chart*

*np-Chart* adalah *Control chart* yang berfungsi untuk mengukur jumlah cacat pada produksi. *np-Chart* digunakan apabila jumlah sampel yang dikumpulkan adalah konstan atau tetap. Ukuran sampel sebaiknya berjumlah lebih dari 30 ( $n > 30$ ) dan harus konstan (tetap) dari waktu ke waktu sedangkan Jumlah Set sampel yang ideal adalah sekitar 20 – 25 set sampel.

### 2. *p-Chart*

*p-Chart* adalah salah Jenis *Control chart* yang berfungsi untuk mengukur proporsi cacat pada produksi. Sebagai contoh, jika ada 10 unit yang cacat dari 100 unit yang di inspeksi, maka proporsi produk cacat adalah  $10/100=0,10$ . *p-Chart* digunakan apabila jumlah sampel yang dikumpulkan adalah tidak konstan

atau tidak tetap. Ukuran sampel sebaiknya lebih dari 30 ( $n > 30$ ) dan Jumlah Set sampel yang ideal adalah sekitar 20 – 25 set sampel.

3) *c-Chart*

*c-Chart* adalah jenis *Control Chart* yang berfungsi untuk mengukur banyaknya jumlah *defect* atau ketidaksesuaian yang terdapat dalam unit yang diproduksi. *c-Chart* digunakan apabila jumlah kesempatan yang *defect* adalah konstan atau tetap.

4) *u-Chart*

Sama seperti *c-Chart*, *u-Chart* digunakan untuk mengukur banyaknya jumlah *defect* atau ketidaksesuaian dalam unit yang diproduksi. Penggunaan *u-Chart* apabila jumlah kesempatan yang *defect* adalah *non*-konstan atau tidak tetap.

Pada penelitian ini dilakukannya pendekatan menggunakan analisis diagram kontrol *p-chart* karena penggunaan peta kontrol *p-chart* didasarkan untuk memantau proporsi cacat dalam suatu proses produksi, serta variabel yang diukur adalah proporsi cacat atau kesalahan dalam suatu proses produksi. Diagram kontrol *p-chart* dapat disusun dengan langkah sebagai berikut:

a. Pengambilan Populasi dan Sampel

Populasi yang diambil dalam analisis adalah jumlah produk yang dihasilkan dalam kegiatan produksi CV. QQ Karya Amanah

b. Pemeriksaan karakteristik dengan menghitung mean

Rumus mencari nilai *mean*

$$\bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

n : jumlah sampel

np : jumlah kecacatan

$\bar{P}$  : rata-rata kecacatan

- c. Menentukan batas kendali terhadap pengawasan yang dilakukan dengan menetapkan UCL (*upper control limit* / batas kendali atas) dan LCL (*lower control limit* / batas kendali bawah).

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

UCL = Upper Control limit

LCL = Lower Control limit

$\bar{P}$  = rata-rata kecacatan

n = jumlah sampel

#### **E. Analisis dan Interpretasi**

Tujuan analisis dan interpretasi adalah untuk menyederhanakan data yang telah diolah supaya lebih mudah untuk ditafsirkan dan dapat dibuat kesimpulan

#### **F. Kesimpulan dan Saran**

Menjelaskan hasil dari penelitian sesuai dengan perumusan masalah dan tujuan dilakukannya penelitian dan menyampaikan solusi dari hasil penelitian kepada perusahaan yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor penyebab cacat pada proses produksi ubin teraso di CV. QQ Karya Amanah meliputi faktor manusia (tenaga kerja), faktor mesin, faktor material (bahan baku), faktor metode, dan faktor lingkungan.
2. Adapun alternatif perbaikannya adalah sebagai berikut:
  - a. Alternatif pertama yaitu dengan mengadakan peningkatan sumber daya manusia (SDM) dengan cara pelatihan kerja agar para tenaga kerja menambah pengetahuan kerja dan menjadi fokus serta semangat dalam bekerja.
  - b. Alternatif kedua yaitu dengan cara mengadakan perawatan mesin secara berkala agar mesin berjalan lancar dan produk yang dihasilkan tidak mengalami cacat.
  - c. Alternatif ketiga yaitu meningkatkan mutu bahan baku dengan meningkatkan pengawasan pada proses penyiapan bahan baku agar komposisi bahan baku sesuai standar, dan mengontrol penerimaan bahan baku.
  - d. Alternatif keempat yaitu dengan melakukan perbaikan metode kerja dengan melakukan pengujian pada produk dan menambah pengawasan pada proses produksi.

## **B. Saran**

Adapun saran yang diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan diharapkan dapat lebih meningkatkan kontrol terhadap SDM, maupun mesin dan bahan baku sehingga dapat mengurangi jumlah produk cacat kedepannya.
2. Perusahaan lebih meningkatkan pengawasan pada setiap proses produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. (1990). Pengendalian Produksi II. *Yogyakarta BPFE UGM*.
- ASH-SHIDDIQQI, M. Z. (2019). Penerapan Metode *Six Sigma* dan *FMEA* dalam Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Produk Cacat pada CV. SIFA. Universitas Islam Sultan Agung.
- Assauri, S. (1999). Manajemen Pemasaran Modern: Dasar, Konsep, dan Strategi. *Edisi I, Cetakan Keenam, Penerbit PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta*.
- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi REvisi, Jakarta: LP. FEVI*.
- Baldric Siregar, D. (2013). Akuntansi Biaya Edisi 2. *Yogyakarta: Salemba Empat*.
- Brue, G. (2015). *Six Sigma for managers*. McGraw-Hill Education.
- Buffa, E. S., & Sarin, R. K. (1999). Manajemen Produksi dan Operasi Modern. *Alih Bahasa: Ir. Agus Maulana. Edisi, 8*.
- Erry, M. (2019). Usulan Perbaikan Proses Produksi Tas Ransel untuk Meminimalkan Kecacatan Produk dengan Metode *Six Sigma* DI UD DIECHI. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Feigenbaum, A. V. (1996). *Kendali Mutu Terpadu, Ed. Ke-2*. Jakarta: Erlangga. Gaspersz.
- Garvin, D. A. (1988). *Managing quality: The strategic and competitive edge*. Simon and Schuster.
- Gaspersz, V. (2005). Sistem manajemen kinerja terintegrasi Balanced scorecard dengan six sigma untuk organisasi bisnis dan pemerintah. *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama*.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma*. Gramedia Pustaka Utama.
- Harsanto, B. (2017). *Dasar ilmu manajemen operasi*. Unpad press.
- Herawati, S. D., & Lestari, I. C. (2012). *Tinjauan atas Perlakuan Akuntansi untuk Produk Cacat dan Produk Rusak pada PT Indo Pacific*.
- Lifia, W. (2022). Analisis Pengendalian dan Pengembangan Kualitas Produk dengan Metode *Six Sigma* dan *DMAIC* (Studi Kasus PT. Biggy Cemerlang). In *UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA*.
- Mulyadi, A. B. (2014). Edisi 5. *Yogyakarta: Univeristas Gajah Mada*.

- Nasution, M. N. (2005). Manajemen mutu terpadu (total quality management). *Bogor: Ghalia Indonesia.*
- Pande, P., Holpp, L., & Prabantini, D. (2003). Berpikir cepat six sigma. *Yogyakarta: Penerbit Andi.*
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2002). The Six Sigma Way (Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka). *Andi, Yogyakarta.*
- Reksohadiprojjo, S. (2000). *Dasar-dasar manajemen.*
- Render, B., & Heizer, J. H. (2014). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management.* PEARSON EDUCATION Limited.
- Shewhart, W. A., & Deming, W. E. (1986). *Statistical method from the viewpoint of quality control.* Courier Corporation.
- Supriyono, R. A. (2000). Sistem Pengendalian Manajemen. Buku 1. *Edisi Pertama. BPFE. Yogyakarta.*
- Tannady, H. (2015). Pengendalian kualitas. *Yogyakarta: Graha Ilmu.*
- Urdhwareshe, H. (2002). The Six Sigma Approach. *Quality & Productivity Journal.*