

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kualitas

Menurut Nasution (2001) dalam mendefinisikan kualitas, terdapat beberapa perbedaan tetapi mempunyai maksud yang sama. Di bawah ini dikemukakan pengertian kualitas dari lima orang pakar :

1. Menurut Juran (1993), kualitas produk adalah kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Kecocokan pelanggan itu berdasarkan pada lima ciri utama berikut :
 - a. Teknologi, yaitu kekuatan atau daya tahan
 - b. Psikologis, yaitu citra rasa atau status
 - c. Waktu, yaitu kehandalan
 - d. Kontraktual, yaitu adanya jaminan
 - e. Etika, yaitu sopan santun, ramah atau jujur
2. Menurut Crosby (1979), kualitas adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuai dengan yang diisyaratkan atau distandarkan. Suatu produk memiliki kualitas apabila sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Standar kualitas meliputi bahan baku, proses produksi, dan produk jadi.
3. Menurut Deming (1982), kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar. Perusahaan harus benar-benar dapat memahami apa

yang dibutuhkan konsumen atas suatu produk yang akan dihasilkan.

4. Menurut Feigenbaum (1986), kualitas adalah kepuasan pelanggan sepenuhnya (*full customer satisfaction*). Suatu produk dikatakan berkualitas apabila dapat memberi kepuasan sepenuhnya kepada konsumen, yaitu sesuai dengan apa yang diharapkan konsumen atas suatu produk.
5. Menurut Garvin (1988), kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia/tenaga kerja, proses dan tugas, serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen. Selera atau harapan konsumen pada suatu produk selalu berubah sehingga kualitas produk juga harus berubah atau disesuaikan. Dengan perubahan kualitas produk tersebut, diperlukan perubahan atau peningkatan keterampilan tenaga kerja, perubahan proses produksi dan tugas, serta perubahan lingkungan perusahaan agar produk dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

2.2 Definisi Six Sigma (6σ)

Menurut Manggala (2005) *Six Sigma* merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang diluar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif.

Menurut Gasperz (2007) *Six Sigma* didefinisikan sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi

faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik, mencapai tingkat pendayagunaan aset yang lebih tinggi, serta mendapatkan imbal hasil atas investasi yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan. Metode ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah yang sederhana – DMAIC, yang merupakan singkatan dari *Define* (merumuskan), *Measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisis), *Improve* (meningkatkan/memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya.

Six Sigma dapat didefinisikan dalam berbagai cara. *Six Sigma* adalah cara mengukur proses, tujuan mendekati sempurna, disajikan dengan 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan merupakan sebuah pendekatan untuk mengubah budaya organisasi. Sekalipun demikian yang paling tepat, *Six Sigma* didefinisikan sebagai sebuah sistem yang luas dan komprehensif untuk membangun dan menopang kinerja, sukses dan kepemimpinan bisnis (Pande, P.S: 2003).

Six Sigma juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (Gaspersz, 2002). *Six Sigma* pun merupakan falsafah manajemen yang berfokus untuk menghapus cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses.

Dengan kata lain *Six Sigma* adalah sebuah konteks yang didalamnya dapat mengintegrasikan banyak praktik terbaik serta konsep manajemen yang berharga tapi seringkali tidak berkaitan, mencakup pemikiran sistem, perbaikan terus-menerus *knowledge management*, *mass customization* dan manajemen berbasis aktivitas (*activity-based management*) (Pande, P.S. : 2003).

2.3 Konsep Dasar *Six Sigma*

Menurut Gasperz (2007) terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma*, yaitu :

1. Identifikasi pelanggan anda
2. Identifikasi produk anda
3. Identifikasi kebutuhan anda dalam memproduksi produk untuk pelanggan anda
4. Definisikan proses anda
5. Hindarkan kesalahan dalam proses anda dan hilangkan semua pemborosan yang ada
6. Meningkatkan proses anda secara terus – menerus menuju target Six Sigma.

Apabila konsep *Six Sigma* akan diterapkan dalam bidang manufaktur maka harus diperhatikan enam aspek berikut :

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan anda (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan)
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas sebagai CTQ

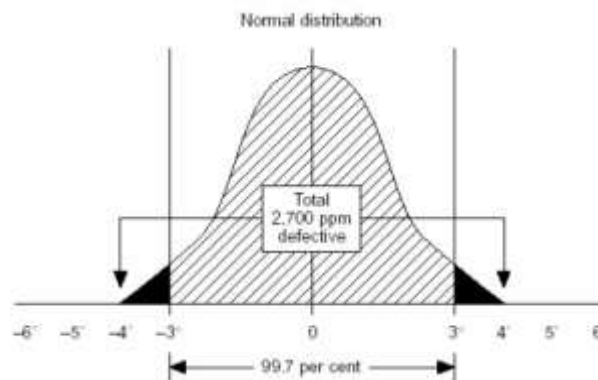
(*Critical to Quality*)

3. Menentukan apakah setiap CTQ (*Critical to Quality*) itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses – proses kerja, dll
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ (*Critical to Quality*) sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai USL dan LSL dari setiap CTQ)
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standart deviasi untuk setiap CTQ)
6. Mengubah desain produk dan atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target Six Sigma yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, C_p minimum sama dengan dua ($C_p \geq 2$).

2.3.1 Arti Statistik Six Sigma

Secara statistik, *sigma* (σ) menandakan adanya penyimpangan dari suatu data. *Sigma* juga merupakan suatu ukuran variabilitas yang menandakan bagaimana semua data di suatu distribusi statistik beragam rata-rata nilainya. Distribusi normal mewakili sekumpulan data di dalam bisnis. Ketika data mengikuti suatu distribusi normal, 99.73 persen poin data menunjuk pada \pm tiga sigma dari rata-rata (gambar 2.1). Misalkan suatu perusahaan menggunakan suatu single-stage (*one-step*) proses dengan suatu variasi dari rata-rata untuk membuat suatu produk di mana rata-rata nilainya adalah spesifikasi ideal produk itu. Selanjutnya spesifikasi disain itu berada pada wilayah tingkat \pm empat sigma variasi dari nilai rata-rata ideal ini. Sekitar

99.9937 persen dari produk berada pada wilayah empat sigma. Hal ini berarti ada 0.0063 persen di luar cakupan itu . Ini menjelaskan bahwa jumlah dari 63 komponen per juta (cacat) yang akan berada di luar cakupan yang ditetapkan itu , kedua-duanya di atas dan di bawah batas spesifikasi. 63 komponen cacat yang diproduksi per juta produk tidak boleh terlalu besar jumlah cacat (meskipun itu bukan nol). Tetapi, sebagai tambahan variasi alami dari suatu proses, telah ditemukan rata-rata nilai itu peka terhadap suatu pergeseran sampa mencapai \pm satu dan setengah sigma (gambar 2.2). Ketika hal ini terjadi, untuk single stage di atas, 99.379 persen produk berada pada cakupan \pm empat sigma.



Gambar 2.1 Kurva distribusi normal

Ini akan menyebabkan 0.621 per sen atau sekitar 6,210 komponen per juta (cacat) berada di luar batas spesifikasi. Hasil itu (komponen yang tidak cacat) berkurang secara signifikan. Ini didasarkan pada proses produksi *single-stage*. Kenyataannya produksi menggunakan proses *multi-stage* dan produk terdiri dari banyak komponen. Setiap langkah dari keseluruhan proses dan masing-masing komponen menyangkut tingkat kesalahan yang telah diuraikan di atas. Hasil independen statistik tiap langkah dikalikan untuk

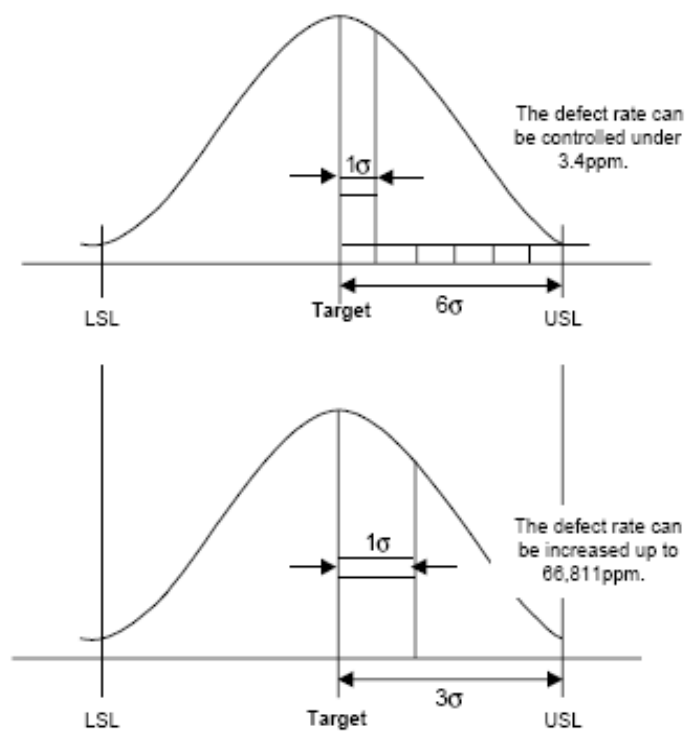
mendapatkan hasil secara keseluruhan. Selanjutnya dengan pertimbangan proses *100-stages*, di mana masing-masing langkah memiliki cakupan spesifikasi desain \pm empat sigma. Keseluruhan hasil adalah 53.64 persen di dalam batas spesifikasi. Hal itu akan meninggalkan 46.36 per sen di luar batas itu , atau 463,600 komponen cacat per juta produk. Kebanyakan pabrikan menggunakan proses tiga sigma untuk mencapai spesifikasi empat sigma, menghasilkan sejumlah barang yang cacat. Bagaimanapun, ketika spesifikasi ditetapkan pada tingkat \pm enam sigma, mendekati hasil nol cacat. Ini dapat terjadi bahkan ketika rata-rata proses bergeser dan proses *multi-stage* diikutsertakan.

Jika suatu disain dapat menerima proses variasi \pm enam sigma, yaitu. dua kali nya variasi proses normal, kemudian 99.99966 persen produk akan berada di dalam spesifikasi atau tidak akan ada lebih dari 3.4 komponen cacat per juta yang dihasilkan. Ini adalah proses *single-stage*. Bahkan ketika ada 100-stage dalam proses pabrikasi produk, tingkat kecacatan hanya berjumlah 3,390 komponen per juta (Hendra Setiawan).

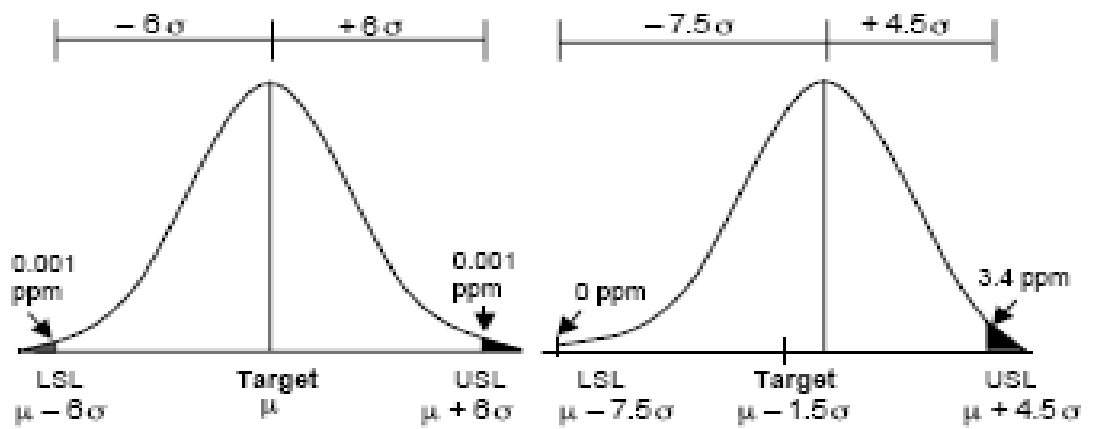
2.3.2 Sigma Quality Level

Batas spesifikasi adalah toleransi atau kinerja rentang yang pelanggan permintaan dari produk atau proses mereka beli. Gambar 2.1 mengilustrasikan batas spesifikasi sebagai dua garis vertikal utama dalam gambar. Dalam gambar, LSL berarti batas spesifikasi yang lebih rendah, USL berarti atas spesifikasi batas dan T berarti nilai target. Para sigma kualitas tingkat (dalam jangka pendek, tingkat sigma) adalah jarak dari proses rata-

rata (μ) dengan batas spesifikasi lebih dekat. Dalam prakteknya, kita menginginkan bahwa proses mean untuk disimpan di nilai target. Namun, proses mean selama satu waktu Periode biasanya berbeda dari yang lain jangka waktu untuk berbagai alasan. Ini berarti bahwa proses mean terus bergeser sekitar nilai target. Untuk mengatasi maksimum yang khas proses pergeseran mean, Motorola tambah nilai pergeseran $\pm 1.5\sigma$ proses rata-rata. Pergeseran dari mean digunakan ketika komputasi tingkat proses sigma seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Dari angka ini, kami mencatat bahwa tingkat kualitas sesuai 6σ dengan tingkat 3.4ppm. Tabel 2.1 menggambarkan bagaimana kualitas sigma tingkat akan sama dengan tingkat cacat lainnya dan organisasi pertunjukan. Tabel 2.2 menunjukkan rincian hubungan ini ketika proses mean $\pm 1.5\sigma$ bergeser. (Sung H. Park,2003)



Gambar 2.2. Sigma Quality Levels of 6σ and 3σ



Gambar 2.3. Effects of a 1.5σ shift of process mean when 6σ quality level is achieved

Tabel 2.1. ppm changes when sigma quality level changes

Sigma Quality Level	Process mean fixed		Process mean with 1.5σ shift	
	Non-defect rate (%)	Defect rate (ppm)	Non-defect rate (%)	Defect rate (ppm)
1 σ	68,26894	317,311	30,2328	697,672
2 σ	95,44998	45,500	69,1230	308,770
3 σ	99,73002	2,700	93,3193	66,811
4 σ	99,99366	63,4	99,3790	6,210
5 σ	99,99943	0,57	99,97674	233
6 σ	99,999998	0,002	99,99966	3,4

2.4 Manfaat Penerapan Six Sigma

1. Mempertahankan kelangsungan usaha

- Meningkatkan *Market share*
- *Customer Retention*
- Meningkatkan Profit dan *Investor Relations*

- Meningkatkan hubungan dengan *Supplier*
2. Adanya kejelasan performance yang harus dicapai oleh setiap anggota organisasi
 3. Mempercepat kegiatan improvement:
 - *Process Improvement: Defect reduction, Cycle time reduction, metodologi desain proses*
 - Meningkatkan Produktifitas
 - *Product/service Improvement*
 - *Cost Reduction*
 4. Mendorong budaya belajar di dalam organisasi
 - Meningkatkan skill karyawan dalam memperbaiki proses
 5. Mendorong dilakukannya perubahan yang bersifat strategis
 - *Culture Change*

2.5 Tahap Penerapan *Six Sigma*

2.5.1 Siklus DMAIC (*Define – Measure – Analyze – Improve – Control*)

Gaspersz (2002) mengemukakan DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. Proses ini menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru dan menetapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *Six Sigma*.

DEFINE (D) merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini, yang paling penting untuk

dilakukan adalah identifikasi produk/atau proses yang akan diperbaiki. Kita harus menetapkan prioritas pertama tentang masalah dan/atau kesempatan peningkatan kualitas mana yang akan ditangani terlebih dahulu. Pemilihan proyek terbaik adalah berdasarkan pada identifikasi proyek yang sesuai dengan kebutuhan, kapabilitas dan tujuan organisasi. *Tool* yang dapat digunakan untuk menentukan prioritas utama adalah menggunakan Diagram Pareto. Pareto digunakan untuk menstratifikasi data ke dalam kelompok-kelompok dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Dengan bentuknya berupa diagram batang, pareto berguna untuk mengidentifikasi kejadian-kejadian atau penyebab masalah yang paling umum. Analisa pareto didasarkan pada hukum 80/20 yang berarti 80% kerugian disebabkan oleh hanya 20% masalah terbesar.

Setelah mengidentifikasi produk dan/atau proses yang akan diperbaiki, langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- ❑ Mendefinisikan peran orang-orang yang terlibat langsung dalam proyek *Six Sigma*.
- ❑ Mendefinisikan proses kunci dan pelanggan, dilakukan dengan menggambarkan diagram aliran proses dalam pengendalian kualitas suatu produk.
- ❑ Mengidentifikasi semua kebutuhan spesifik dari pelanggan, kemudian didefinisikan melalui karakteristik kualitas yang selanjutnya akan menjadi *Critical To Quality*.
- ❑ Mendefinisikan tujuan proyek *Six Sigma*. Pernyataan tujuan yang benar adalah apabila mengikuti prinsip *SMART* sebagai berikut:

- ✓ *Specific*, tujuan harus bersifat spesifik dinyatakan secara tegas. Pernyataan tujuan sebaiknya menggunakan kata kerja, seperti: menaikkan, menurunkan, mengurangi, dll.
- ✓ *Measurable*, tujuan harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran yang tepat untuk mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang dan tindakan perbaikan di waktu mendatang.
- ✓ *Achievable*, tujuan harus dapat dicapai melalui usaha-usaha menantang.
- ✓ *Result – oriented*, tujuan harus berfokus pada hasil-hasil berupa pencapaian target-target kualitas yang ditunjukkan melalui pengurangan DPMO, peningkatan kapabilitas proses, dll.
- ✓ *Time – bound*, tujuan harus ditetapkan batas waktu pencapaiannya dan harus dicapai tepat waktu.

MEASURE (M) merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *Measure*, yaitu:

1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik pelanggan.

Dalam melaksanakan pengukuran karakteristik kualitas harus memperhatikan aspek internal dan aspek eksternal dari organisasi. Aspek internal dapat berupa tingkat kecacatan produk, biaya-biaya karena kualitas jelek (*cost of poor quality/ COPQ*) seperti *rework*. Sedangkan aspek eksternal dapat berupa kepuasan pelanggan, pangsa pasar, dll.

2. Melakukan pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output* dan/atau *outcome*.

Sebelum melakukan pengukuran, terlebih dahulu kita harus membedakan apakah data yang diukur itu merupakan data variable atau data atribut. Data variable merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat ukur tertentu dan bersifat kontinu. Contoh data variable karakteristik kualitas adalah diameter, tebal, tinggi, volume, dll. Sedangkan data atribut adalah data merupakan data kualitatif yang dihitung dengan menggunakan *tally* dan bersifat diskrit. Contoh data atribut karakteristik kualitas adalah banyaknya jenis cacat produk, kesalahan proses, ketiadaan label pada kemasan produk, dll.

3. Mengukur kinerja sekarang pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja pada awal proyek *Six Sigma*.

Baseline kinerja biasanya ditetapkan dengan menggunakan satuan pengukuran DPMO dan tingkat kapabilitas *sigma* (*sigma level*). Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* dari proses dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.

ANALYZE (A) merupakan langkah operasional ketiga dalam proses peningkatan kualitas *Six Sigma*. Sebenarnya target dari program *Six Sigma* adalah membawa proses industri pada kondisi yang memiliki stabilitas (*stability*) dan kemampuan (*capability*), sehingga mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defects – oriented*). Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah beberapa hal sebagai berikut:

1. Menentukan kapabilitas/ kemampuan dari proses.

Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan pihak manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

2. Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*.
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan dan kegagalan.

Untuk dapat menemukan akar penyebab dalam suatu permasalahan maka perlu dipahami dua prinsip yang berkaitan dengan hukum sebab – akibat, yaitu:

- Suatu sebab terjadi atau ada hanya jika penyebabnya itu ada pada titik yang sama dalam ruang dan waktu.
- Setiap akibat mempunyai paling sedikit dua penyebab dalam bentuk:
(a) penyebab yang dapat dikendalikan dan (b) penyebab yang tidak dapat dikendalikan. Penyebab yang dapat dikendalikan berarti penyebab itu berada dalam lingkup tanggung jawab dan wewenang kita sehingga dapat diambil tindakan untuk menghilangkan penyebab itu. Sebaliknya penyebab yang tidak berkaitan dengan dukungan financial yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang akan diterapkan.

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin metode kegagalan (*failure mode*) FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. *Failure mode and effect analysis* (FMEA) menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh engginer untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. FMEA merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah system untuk menentukan efek dari kegagalan dari system tersebut.

Didalam menggunakan *metode failure mode and analysis, process*, fokus perhatian diutamakan pada bentuk kegagalan yang ada. Bentuk kegagalan dapat didefinisikan sebagai setiap peristiwa yang mungkin dapat menyebabkan modal (*system atau proses*) mengalami kegagalan. Cara yang tepat untuk menunjukkan hubungan dan perbedaan antara kegagalan fungsi terlebih dahulu, lalu mencatat bentuk kegagalan yang disebabkan oleh kegagalan fungsi.

- **Tahapan - tahapan FMEA**

1. Melakukan pengamatan terhadap proses
2. Mengidentifikasi potensial *failure mode* kegagalan dari proses yang diamati
3. Mengidentifikasi akibat (*potensial effect*) yang ditimbulkan potensi failure mode
4. Menetapkan nilai *severity* (S) merupakan penilaian seberapa serius efek mode kegagalan
5. Mengidentifikasi penyebab (*potensial cause*) dari *failure mode* pada proses yang berlangsung
6. Menetapkan nilai *occurance* (O), *occurrence* menunjukkan nilai keseringan / frekuensi suatu masalah yang terjadi Karena *potencial cause*
7. Identifikasi control proses saat ini (*current process control*) yang merupakan deskripsi dari control untuk mencegah kemungkinan suatu yang menyebabkan mode kegagalan.

8. Menetapkan nilai *detection* (D), dimana *detection* menggambarkan seberapa mampu proses control selama ini untuk mendeteksi ataupun pencegah terjadinya mode kegagalan.
9. Menentukan nilai RPN (*risk priority number*) dengan jalan mengalikan nilai *severity* (S) *occurance* (O), *detective* (D)

$$RPN = S \times O \times D.$$
10. Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari potential failure. Semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah. Tidak angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan.
11. Segera memberikan usulan perbaikan (*recommended action*). Terhadap potential cause, alat control dan efek yang diakibatkan. Prioritas perbaikan pada *failure mode* yang memiliki RPN tertinggi dan seterusnya.

- **Menentukan Nilai Severity (S), Occurance (O), Detection (D), Dan RPN**

Pendefinisian dari nilai *severity* (S). *occurance* (O), *detection* (D) harus ditentukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *risk priority number* (RPN). Berikut merupakan langkah dalam pendefinisian nilai *severity* (S), *occurance* (O), *detection* (D) adalah:

- **Severity**

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi output proses proses. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

Tabel 2.2 Severity

<i>Effect</i>	<i>Effect and end user</i>	<i>Severity effect for FMEA</i>	<i>Ranking</i>
Tidak ada	Masi menerima (tidak mempersalahkan)	Bentuk kegagalan tidak memiliki efek samping	1
Sangat minor	Sedikit kuran puas	Tidak akibat langsung	2

Minor	Kurang puas	Efek terbatas	3
Sangat rendah	Tidak puas	Perlu sedikit rework	4
Rendah	Tidak puas dan performance produk menurun	Memerlukan rework atau repair yang cukup banyak	5
Sedang	Tidak puas dan performance produk menurun terus menerus	Produk rusak (reject)	6
Tinggi	Tidak percaya (mungkin tidak akan beli lagi)	Mengakibatkan gangguan peralatan	7
Sangat tinggi	Mengakibatkan kerusakan pada sub system user	Mengakibatkan gangguan mesin yang cukup serius	8
Berbahaya dengan peringatan	Membahayakan keselamatan	Mengakibatkan gangguan mesin hingga mesin berhenti	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Melanggar peraturan pemerintah yang berkaitan dengan safety	Mengakibatkan gangguan mesin hingga mesin berhenti serta mengancam keselamatan pekerja	10

Sumber : pedoman implementasi program six sigma, Vincent Gasperz ,(2002)

- **Occurance**

Occurance merupakan frekuensi dari penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi dan menghasilkan penilaian dengan skala 1 (hampir tidak pernah) sampai dengan 10 (hampir sering) tingkat kejadian (*occurrence*) tersebut diperjelaskan pada tabel dibawah ini :

Table 2.3 Occurance

Probability of failure	Filure rates	Rating
Sangat tinggi	1 in 2	10
	1 in 3	9
Tinggi	1 in 8	8
	1 in 20	7
Sedang	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2000	4
Rendah	1 in 15000	3
Sangat rendah	1 in 150000	2
Remote	1 in 1500000	1

Sumber : pedoman implementasi program six sigma, Vincent Gaspez, (2002)

- **Detection**

Detection merupakan pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan yang terjadi. *Detection* menggunakan penilaian dengan skala 1 sampai dengan 10 seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.4 kriteria evaluasi dan sistem peringkat untuk *the detection of failure or failure mode* dalam fmea proses

Detection	Criteria of detection by process	%R&R	%Repeatability \geq %Reproducibility	Rank
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mendeteksi	$\geq 100\%$	%Repeability \geq %Reproducibility	10
Sangat jarang	Alat pengontrol yang sangat	$\geq 100\%$	%Repeability \leq %Reproducibility	9

	sulit dipahami sehingga menimbulkan kegagalan			
Jarang	Alat pengontrol saat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	$\geq 80\%$	%Repeability \geq %Reproducibility	8
Sangat rendah	Kemampuan alat control untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	$\geq 80\%$	%Repeability \leq %Reproducibility	7
Rendah	Kemampuan alat control untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	$\geq 60\%$	%Repeability \geq %Reproducibility	6

	sangat rendah			
Sedang	Kemampuan alat control untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	$\geq 60\%$	%Repeability \leq %Reproducibility	5
Agak tinggi	Kemampuan alat control untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	$\geq 30\%$	%Repeability \geq %Reproducibility	4
Tinggi	Kemampuan alat control untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	$\geq 30\%$	%Repeability \leq %Reproducibility	3

Sangat tinggi	Kemampuan alat control untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	$\leq 30\%$	%Repeability \geq %Reproducibility	2
Hampir pasti	Kemampuan alat control untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	$\leq 30\%$	%Repeability \leq %Reproducibility	1

Sumber : pedoman Implementasi program six sigma, Vincent Gaspersz, (2002)

- **Risk Priority Number (Angka Prioritas Resiko)**

Setelah nilai *severity*, *occurance* dan *detection* didapatkan. Kemudian menghitung nilai dari risk priority number (RPN) Dengan mengalikan nilai - nilai dari *severity* (S), *Occurrence* (O), dan *detection* (D) tersebut.

$$RPN = S \times O \times D$$

Melalui *risk priority number* (RPN) akan didapatkan bentuk kegagalan yang mendapat prioritas perbaikan nilai yang tertinggi.

IMPROVE (I) merupakan langkah operasional keempat dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Langkah ini dilakukan setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi. Pada tahap ini ditetapkan suatu rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six*

Sigma. *Tool* yang digunakan untuk tahap Improve ini seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

CONTROL (C) merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standart. Standarisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama atau praktek-praktek lama terulang kembali (Gaspersz, 2002)

Aktivitas pada fase Control adalah sebagai berikut;

- Mengembangkan dan melaksanakan rencana percontohan dan solusi
- Verifikasi adanya pengurangan jumlah kecacatan produk sebagai hasil dari solusi
- Mengidentifikasi jika solusi tambahan diperlukan untuk mencapai tujuan
- Mengidentifikasi dan mengembangkan replikasi dan standardisasi peluang
- Mengintegrasikan dan mengelola solusi dalam proses kerja rutin harian
- Mengintegrasikan nilai pembelajaran yang di ambil
- Mengidentifikasi langkah perbaikan berikutnya dan sisa rencana peluang

2.6 Tools pada Six Sigma

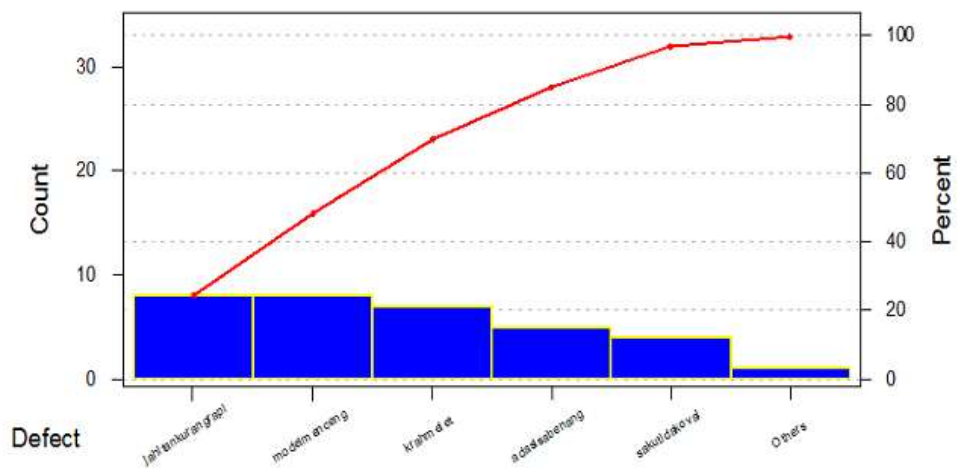
2.6.1 Analisis Pareto

Pareto digunakan untuk menstratifikasikan data kedalam kelompok-kelompok dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Dengan bentuknya berupa diagram batang, *pareto* membantu masalah yang paling umum.

Untuk *menggunakan* diagram *pareto*, perlu dipastikan bahwa data yang tersedia adalah data diskrit atau kategori, sebab diagram ini tidak akan bekerja dengan ukuran-ukuran kontinu. Analisis *pareto* didasarkan pada hukum 80/20, bahwa 80 persen kerugian didalam sebuah organisasi dibuat oleh hanya 20 persen

masalah. Angkanya tidak selalu tetap 80 dan 20, tetapi efeknya seringkali sama. Untuk mengidentifikasi kejadian-kejadian atau penyebab masalah, diagram pareto dapat digunakan untuk:

- Menyaring data masalah menurut wilayah dan menemukan wilayah mana yang memiliki paling banyak masalah.
- Membandingkan data *defect* menurut tipe, dan mengetahui *defect* mana yang paling umum.
- Membandingkan masalah menurut hari dalam minggu atau bulan dalam tahun, untuk mengetahui selama periode mana masalah paling sering terjadi.
- Menyaring komplain pelanggan menurut tipe komplain, untuk mengetahui komplain apa yang paling umum (Pande, P.S., : 2003).



Gambar 2.4 Contoh Diagram Pareto

2.6.2 Fishbone Diagram

Dengan analisis *fishbone diagram*, sebuah kelompok dapat memulai dengan sebuah masalah atau dalam beberapa kasus, merupakan efek yang diinginkan dan

membuat daftar terstruktur dari penyebab-penyebab potensial. Berikut ini manfaat *fishbone diagram*:

- Merupakan alat yang luar biasa untuk mengumpulkan ide dan input-input kelompok, merupakan metode dasar dari brainstorming terstruktur.
- Dengan mengelompokkan penyebab-penyebab yang mungkin, maka kelompok dapat memikirkan banyak kemungkinan ketimbang hanya memfokuskan pada beberapa area tipikal.
- Membantu dimulainya fase analyze. Dengan menggunakan fishbone diagram, maka dapat digunakan untuk mengidentifikasi beberapa penyebab dengan lebih fokus untuk memulai analisis proses dan data.

Fishbone diagram juga membawa kita kembali ke isu variasi. Kita perhatikan bahwa sebuah proses memiliki dua tipe variasi. *Upstream* dari pelanggan (pada input atau proses) yang disebut faktor-faktor variasi “X”. Tipe lainnya, *down stream* atau variasi output yang merupakan hasil perubahan dalam X yang disebut “Y”. Kita dapat menerapkan prinsip X dan Y tersebut kedalam model *fishbone diagram*. Masalah adalah Y dan akar masalah yang mungkin adalah X yang disimpan di tulang-tulang diagram tersebut (Pande, P.S.: 2003).

Langkah-langkah dalam pembuatan diagram sebab-akibat dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama yang penting dan mendesak untuk diselesaikan.
2. Tuliskan pernyataan itu pada *kepala ikan*, yang merupakan akibat (*Effect*). Tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kertas (kepala ikan), kemudian

gambarkan *tulang belakang* dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.

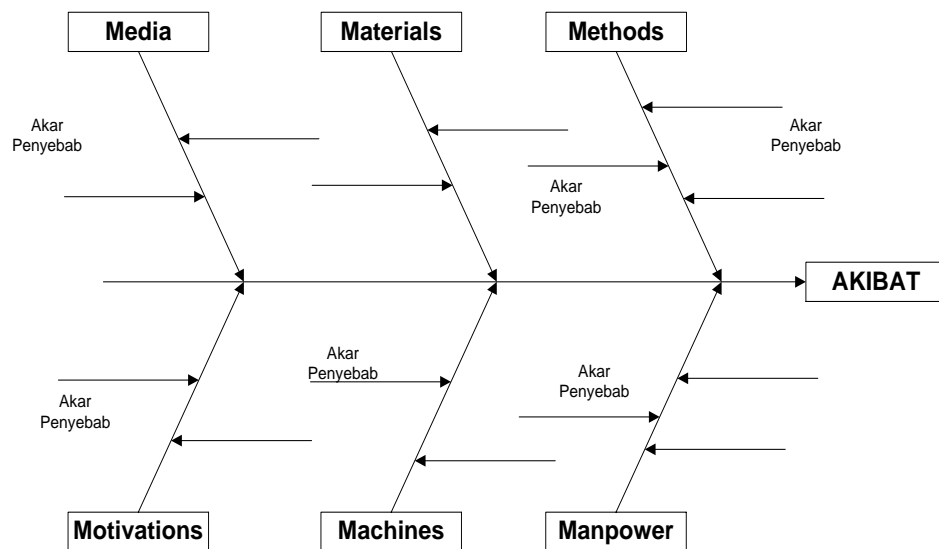
3. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai *tulang besar*, juga ditempatkan dalam kotak. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori utama dapat dikembangkan melalui stratifikasi ke dalam pengelompokan dari faktor-faktor 6M. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori dapat dikembangkan dengan *brainstorming*.
4. Tuliskan penyebab-penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab-penyebab utama (*tulang-tulang besar*), serta penyebab-penyebab sekunder itu dinyatakan sebagai *tulang-tulang sedang*.
5. Tuliskan penyebab-penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab-penyebab sekunder (*tulang-tulang sedang*), serta penyebab-penyebab tersier itu dinyatakan sebagai *tulang-tulang kecil*.
6. tentukan item-item yang penting dari setiap faktor dan tandailah faktor-faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap karakteristik kualitas.
7. Catatlah informasi yang perlu di dalam diagram sebab-akibat itu, seperti: judul, nama produk, proses, kelompok, tanggal, dll. (Gaspersz, 2003)

Selanjutnya akar-akar penyebab masalah yang ditemukan dimasukkan ke dalam *fishbond diagram* yang telah mengkategorikan sumber-sumber penyebab berdasarkan prinsip 7M, yaitu:

1. *Manpower* (tenaga kerja), yaitu berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam keterampilan dasar yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, ketidakpedulian dan lain-lain.
2. *Machines* (mesin-mesin) dan peralatan, yaitu berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan *preventif* terhadap mesin-mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain, tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi dan lain-lain.
3. *Methods* (Metode kerja), yaitu berkaitan dengan tidak ada prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, tidak cocok dan lain-lain.
4. *Materials* (bahan baku dan bahan pendukung), yaitu berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan pendukung yang digunakan, ketiadaan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan pendukung tersebut dan lain-lain
5. *Media*, yaitu berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan, keselamatan kerja, kekurangan lampu penerangan, ventilasi yang buruk, dan lain-lain.
6. *Motivation* (motivasi), yaitu berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan professional, yang dalam hal ini disebabkan sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.

7. *Money* (keuangan), yaitu berkaitan dengan ketiadaan dukungan finansial (keuangan) yang cukup guna memperlancar proses pembuatan produk yang berkualitas (Gaspersz : 2002).

Ketika melangkah lebih jauh kedalam analisis akar masalah, kita akan menyelidiki semua penyebab potensial dari variasi untuk menargetkan apa yang disebut penyebab fatal atau kritis, yang memiliki kontribusi paling besar terhadap masalah.



Gambar 2.5. *Fishbone Diagram*

Sumber: Gaspersz, 2002

2.6.3 Control Chart

Control chart merupakan penggambaran secara grafis dari suatu data sebagai fungsi dari waktu dan suatu alat yang digunakan mengendalikan proses yang bersifat berulang. *Control chart* mempunyai batas-batas control, yaitu :

- Batas Control Atas (*Upper Control Limit*)
- Batas Control Bawah (*Lower Control Limit*)

Keduanya merupakan jangkauan dari sembarang data yang masih dapat diterima atau diharapkan. Suatu proses dikatakan dalam kontrol apabila semua variasi yang muncul dari hasil proses produksi disebabkan *change causes*.

2.6.3.1 Jenis-jenis Control Chart

1. Variable Control Chart

- **X-Chart**

Suatu grafik yang menggambarkan nilai- nilai x suatu kelompok data atau sampel relatif terhadap batas kontrol atas dan batas kontrol bawah untuk mengetahui proses produksi berada dalam keadaan terkendali atau tidak.

Rumus :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : n = ukuran sampel

\bar{x} = rata-rata sampel

$$BKA_x = \bar{x} + A_2 \cdot R \qquad BKB_x = \bar{x} - A_2 \cdot R$$

A_2 = faktor untuk x *chart* yang diperoleh dari tabel distribusi normal.

- **R-Chart**

Suatu grafik yang menggambarkan letak nilai jangkauan anggota kelompok data atau sampel relatif terhadap batas-batas kontrolnya.

Rumus :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} = \frac{\sum R_i}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : \bar{R} = range

$$BKA_R = D_4 \cdot \bar{R} \qquad BKB_R = D_3 \cdot \bar{R}$$

D_3 = batas kontrol atas untuk R *chart*

D_4 = batas kontrol bawah untuk R *chart*

n = banyaknya sampel

2.7 Posisi Penelitian

Berikut merupakan review dari penulisan terdahulu dengan topik yang hampir sama mengenai implementasi metode Six Sigma Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control untuk peningkatan kualitas produksi perusahaan.

Menurut Hanky (2014), dalam penelitiannya yang berjudul *Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X* , dengan menggunakan tools control chart dalam analisis nya. Mendapatkan hasil penelitian bahwa tindakan perbaikan yang dilakukan dalam penelitiannya mengakibatkan terjadinya penurunan nilai rata-rata DPMO pada bucket polos, lid dan bucket berlabel, yaitu berturut-turut sebesar 2.621,54, 1.169, dan 713,69.

Menurut Sukardi (2011), dalam penelitiannya yang berjudul *Aplikasi Six Sigma Pada Pengujian Kualitas Produk di UKM Keripik Apel Tinjauan Dari Aspek Proses*, dengan menggunakan tools Control Chart dan Capability Proses dalam analisis nya. Mendapatkan hasil penelitian berupa nilai perhitungan kapabilitas proses produksi di UKM Keripik Apel untuk nilai Cp = 0,64 dan nilai Ppk = 0,49. Hasil pengukuran sigma menunjukkan angka 2,11. Faktor penyebab banyaknya remukan keripik apel adalah pada mesin, manusia & metode.

Menurut Jonny (2012), dalam penelitiannya yang berjudul *Improving the Quality of Asbestos Roofing at PT BBI Using Six Sigma Methodology*, dengan menggunakan tools Control Chart dan FMEA dalam analisis nya. dalam Mendapatkan hasil penelitian Sigma level performa produksi sebelumnya pada sigma 4,91 dengan Defect per million unit adalah 200. Tim mereka telah mengajukan tindakan perbaikan bahwa perusahaan seharusnya menaikkan temperature mesin produksi *Asbestos Roofing* untuk di set sebesar 350°C, dan jika diperlukan agar mempercepat waktu pendinginan dari waktu 5 jam secara normal ke 4 jam. Hasilnya performa sigma level dari hasil proses produksi saat ini adalah pada sigma 5,02 dan defect per million unit berkurang menjadi 180.

Menurut Indrawati (2015), dalam penelitiannya yang berjudul *Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application*, dengan menggunakan tools FMEA dalam analisis nya. Mendapatkan hasil penelitian bahwa sigma level proses produksi saat ini pada level 2,97 sigma serta ditemukan ada 33,67% aktivitas yang tidak memberi nilai tambah dan 14,2% proses yang seharusnya tidak perlu. Peneliti menemukan solusi program perbaikan yang tepat antara lain mendesain ulang lubang buka tutup pada mesin pengumpul debu, pembobotan prosedur standar operasional, menginstalasi vibrometer dan menginstalasi konstruksi bangunan untuk nitrogen.

Sedangkan gambaran sementara penelitian yang sedang dikerjakan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut;

Mengenai komparasi posisi penelitian yang saat ini dilakukan terhadap penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dengan tema yang hampir sama, dapat dilihat melalui tabel dibawah.

Tabel 2.3 Posisi Penelitian

No	Penulis (Thn)	Judul	Metode (DMAIC tools)		
			Control Chart	Capability Proses/Nilai Sigma	FMEA
1	Hanky (2014)	Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket	✓		

		Cacat di PT X			
2	Sukardi (2011)	Aplikasi Six Sigma Pada Pengujian Kualitas Produk di UKM Keripik Apel Tinjauan Dari Aspek Proses.	✓	✓	
3	Jonny (2012)	Improving the Quality of Asbestos Roofing at PT BBI Using Six Sigma Methodology	✓	✓	✓
4	Indrawati (2015)	Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application		✓	✓
5	Deryl (2017)	Peningkatan Kualitas produk serbuk ekstrak herbal dengan pendekatan six sigma	✓	✓	✓