



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENINGKATAN KUALITAS PROSES PACKING PERMEN COKLAT DI
PT BATMAN KENCANA DENGAN PENDEKATAN DMAIC SIX SIGMA**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**Nama : Wilson Kosasih
NPM : 0606004602**

**Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Depok, 2008**

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Wilson Kosasih
NPM : 0606004602
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tesis : Peningkatan Kualitas Proses Packing Permen Coklat
di PT Batman Kencana dengan Pendekatan DMAIC
Six Sigma

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir Betrianis, M.Si.

Pembimbing II : Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE.

Penguji I : DR. Ir. T.Yuri M.Z, Meng.Sc.

Penguji II : Ir. Sri Bintang P., MSISES, Ph.D.

Penguji III : Ir. M. Dachyar, M.Sc.

Penguji IV : Ir. Yadrifil, M.Sc.

Penguji V : Armand Omar Moeis, S.T., M.Sc.

Depok, Juli 2008

Universitas Indonesia

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul:

PENINGKATAN KUALITAS PROSES PACKING PERMEN COKLAT DI PT BATMAN KENCANA DENGAN PENDEKATAN DMAIC SIX SIGMA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar ke sarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 18 Juli 2008

Wilson Kosasih
0606004602

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penyusunan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tesis ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Betrianis, M.Si. dan Bapak Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran didalam mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini.
2. Orangtua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material maupun moril.
3. Pihak PT Batman Kencana yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan penulis.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan saudara-saudara semua. Dan semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 18 Juli 2008

Penulis

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wilson Kosasih
NPM/NIP : 0606004602
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENINGKATAN KUALITAS PROSES PACKING PERMEN COKLAT DI
PT BATMAN KENCANA DENGAN PENDEKATAN DMAIC SIX SIGMA**

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 18 Juli 2008
Yang menyatakan

(Wilson Kosasih)

ABSTRAK

Nama : Wilson Kosasih
Program studi : Teknik Industri
Judul : Peningkatan Kualitas Proses Packing Permen Coklat di PT Batman Kencana dengan Pendekatan DMAIC Six Sigma

Penelitian ini berfokus pada penerapan metodologi DMAIC Six Sigma di lini proses *packing* permen coklat, PT Batman Kencana. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan usulan perbaikan dan peningkatan kualitas proses *packing* kepada perusahaan berdasarkan pada hasil identifikasi dan analisis kecacatan yang timbul dan permasalahan yang terjadi pada proses *packing* permen coklat lapis gula.

Six Sigma adalah suatu metodologi yang menyediakan alat-alat kualitas untuk menurunkan variasi dan meningkatkan kualitas produk yang berorientasi pada perbaikan kapabilitas proses (*process capability*). DMAIC Six Sigma terdiri atas lima tahap utama, yaitu fase pendefinisian, fase pengukuran, fase analisa, fase perbaikan, dan fase kendali.

Dari hasil analisis dengan menggunakan seperangkat teknis Six Sigma, yang disebut *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diperoleh bahwa ukuran permen yang tidak standar dan kesalahan operator menjadi faktor penyebab cacat yang paling potensial terjadi di lini proses *packing* permen coklat, PT Batman Kencana. Oleh karena itu, faktor-faktor itu tentunya harus dijadikan prioritas utama dalam penanganan.

Kata kunci:

Six sigma, metodologi DMAIC, kapabilitas proses, proses *packing*, FMEA.

ABSTRACT

Name : Wilson Kosasih
Study Program : Industrial Engineering
Title : Quality Improvement on Chocolate Candy's Packing Process at PT Batman Kencana with Six Sigma DMAIC Methodology Approach

The focus of this study is application of Six Sigma DMAIC methodology at chocolate candy's packing process, PT Batman Kencana. Purpose of the study is to give recommendations improving to company based on result of identify and analysis failure and problem happening on chocolate candy's packing process.

Six Sigma is a methodologist that provide quality tools to reduce variation and improve product quality focused on process capability improvement. Six sigma DMAIC methodology consists of five phases: define, measure, analyze, improve, and control.

From analysis result using a Six Sigma's tool, is called Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), obtained that out of spec. size of chocolate candy and human error are highest potential failure modes occur on chocolate candy's packing process at PT Batman Kencana. Due to, that failure modes must be solved priority.

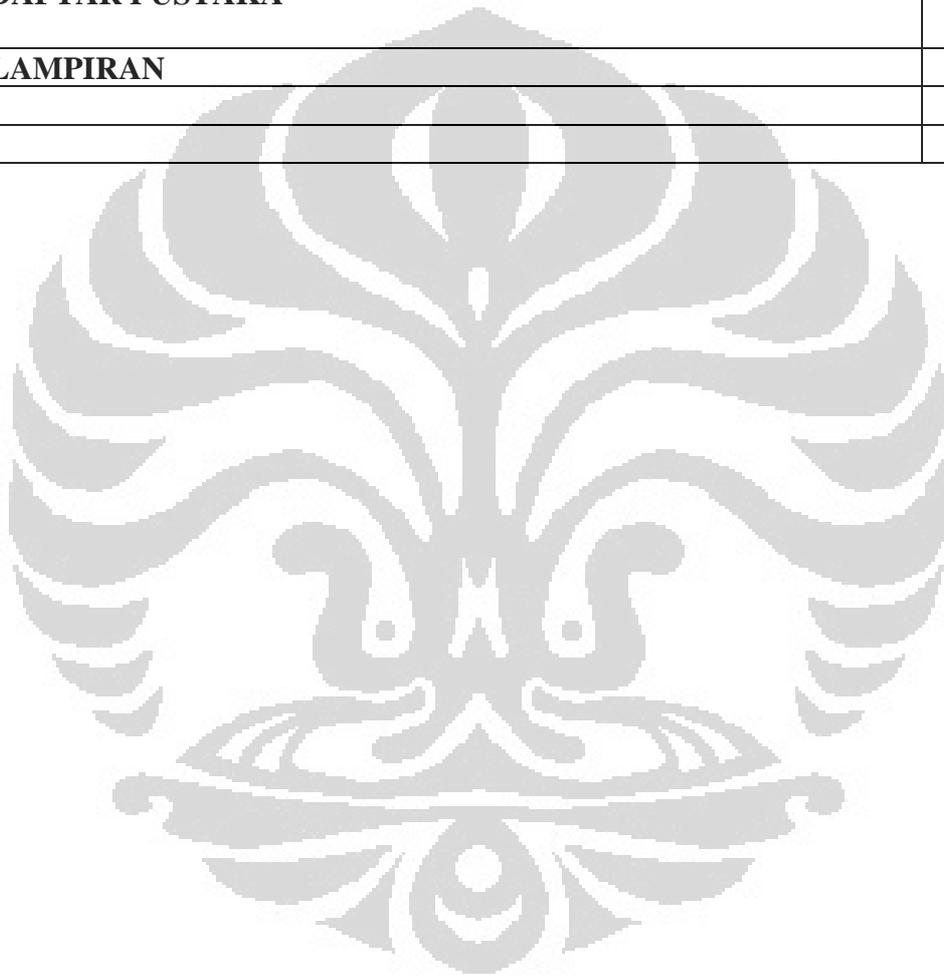
Key words:

Six sigma, DMAIC methodology, process capability, packing process, FMEA.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	10
2.1 Kualitas	10
2.1.1 Konsep Kualitas	10
2.1.2 Konsep Variasi	12
2.2 Six Sigma	13
2.2.1 Konsep Dasar Six Sigma	13
2.2.2 Konsep Kapabilitas Proses	16
2.2.2.1 Indeks Kapabilitas Proses C_p	16
2.2.2.2 Indeks Kapabilitas Proses C_{pk}	17
2.2.2.3 Indeks Kapabilitas Proses C_{pm}	17
2.2.3 Metodologi Six Sigma	18
2.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	21
2.3.1 Pengenalan FMEA	21
2.3.2 Implementasi FMEA	23
BAB III PENGUMPULAN DATA	28
3.1 Fase Pendefinisian	28
3.1.1 Sekilas tentang Perusahaan	28
3.1.2 Identifikasi Penelitian	29
3.1.3 Menentukan CTQ Pelanggan	29
3.1.4 Proses/SIPOC	31
3.2 Fase Pengukuran	33
3.2.1 Identifikasi Variabel Pengukuran	33
3.2.2 Performa dan Kapabilitas Proses <i>Packing</i> Saat Ini	34

BAB IV ANALISIS DATA	37
4.1 Fase Analisa	37
4.2 Fase Perbaikan	43
4.3 Fase Pengendalian	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	49



DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.1	Diagram keterkaitan masalah	4
Gambar 1.2	Diagram alir metodologi penelitian	8
Gambar 2.1	Model sistem pengendalian proses	14
Gambar 2.2	Konsep <i>Six Sigma Motorola</i> dengan distribusi normal bergeser $\pm 1,5\sigma$	15
Gambar 2.3	Metodologi DMAIC dalam SSPI	19
Gambar 2.4	Metodologi DMADV dalam DFSS	20
Gambar 2.5	Diagram alir dalam mengaplikasikan atau mendesain Six Sigma	21
Gambar 2.6	Format <i>heading</i> tabel laporan FMEA	23
Gambar 3.1	Struktur organisasi PT Batman Kencana	28
Gambar 3.2	Permen coklat lapis gula dengan kemasan berbentuk kacamata	29
Gambar 3.3	Diagram CTQ proses <i>packing</i> produk permen coklat lapis gula	30
Gambar 3.4	Keseluruhan tahapan proses dalam lini produksi permen coklat lapis gula di PT Batman Kencana	32
Gambar 3.5	Diagram pareto faktor penyebab cacat potensial	34
Gambar 3.6	Grafik pola DPMO pada proses <i>packing</i> PT Batman Kencana	35
Gambar 3.7	Grafik pola nilai sigma pada proses <i>packing</i> PT Batman Kencana	35
Gambar 3.8	Peta kendali <i>p-chart</i> pada proses <i>packing</i> PT Batman Kencana	36
Gambar 4.1	Diagram sebab-akibat penyebab terjadinya cacat pada proses <i>packing</i> produk permen coklat di PT Batman Kencana	38

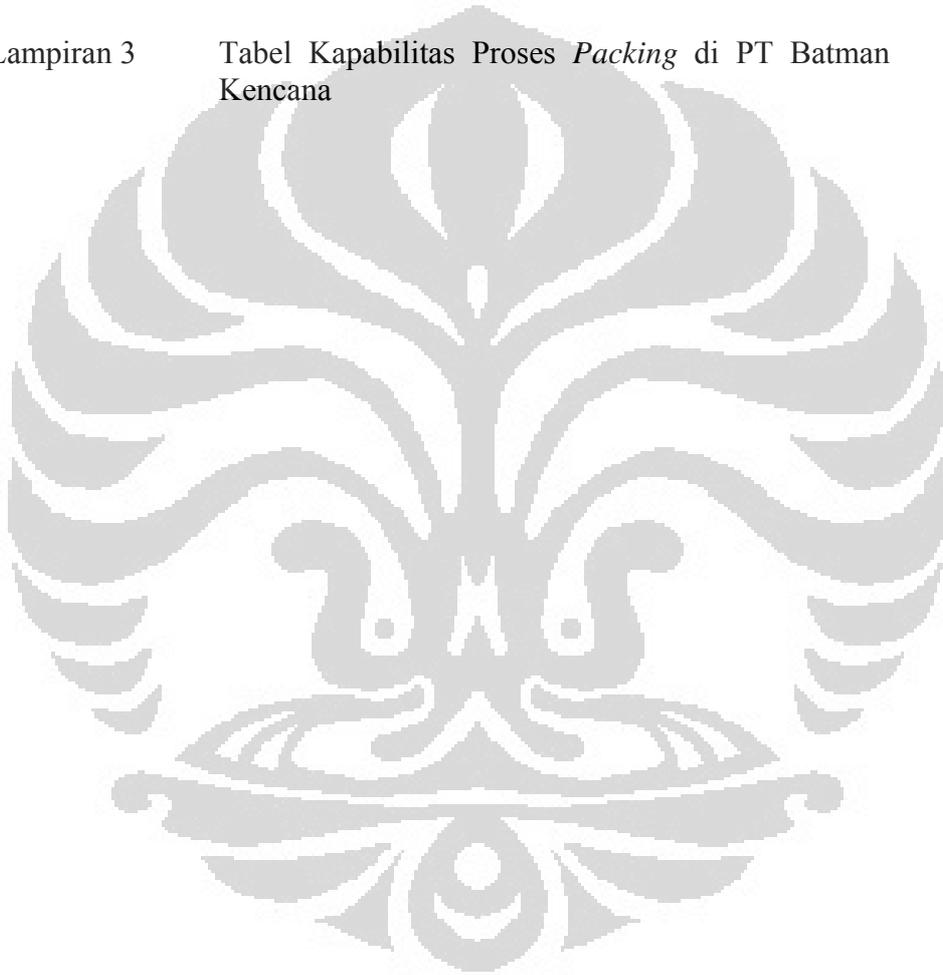
Gambar 4.2 Diagram *Cause Failure Mode Effect* (CFME) 39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sembilan dimensi kualitas	11
Tabel 2.2 Komponen kualitas dalam industri manufaktur maupun non-manufaktur	12
Tabel 2.3 Manfaat pencapaian beberapa tingkat sigma	15
Tabel 2.4 Hubungan antara angka indeks $C_p/C_{pk}/C_{pm}$ dan kapabilitas proses	18
Tabel 2.5 Tahapan pelaksanaan FMEA	23
Tabel 2.6 Nilai ranking <i>severity</i> untuk FMEA Proses	26
Tabel 2.7 Nilai ranking <i>occurrence</i> untuk FMEA Proses	27
Tabel 2.8 Nilai ranking <i>detection</i> untuk FMEA Proses	27
Tabel 3.1 Diagram SIPOC lini proses <i>packing</i> permen coklat lapis gula di PT Batman Kencana	33
Tabel 3.2 Cara perhitungan dalam memperkirakan kapabilitas proses	34
Tabel 4.1 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) proses <i>packing</i> produk permen coklat lapis gula di PT Batman Kencana	40
Tabel 4.2 Perancangan solusi dan penanggung jawab implementasi	43

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian pada Proses <i>Packing</i> di PT Batman Kencana	47
Lampiran 2	Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan <i>Motorola's Six Sigma Process (Normal Distribution Shifted 1,5-sigma)</i>	53
Lampiran 3	Tabel Kapabilitas Proses <i>Packing</i> di PT Batman Kencana	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Dalam era industrialisasi yang semakin kompetitif sekarang ini, setiap pelaku bisnis yang ingin memenangkan kompetisi dalam dunia industri akan memberikan perhatian penuh pada kualitas. Perhatian penuh pada kualitas akan memberikan dampak positif kepada bisnis melalui dua cara, yaitu: dampak terhadap biaya produksi (HPP) dan dampak terhadap pendapatan.

Dampak terhadap biaya produksi terjadi melalui proses pembuatan produk yang memiliki derajat konformansi yang tinggi terhadap standar-standar sehingga bebas dari tingkat kerusakan yang mungkin. Dengan demikian proses produksi yang memperhatikan kualitas akan menghasilkan produk berkualitas yang bebas dari kerusakan. Itu berarti dihindarkan terjadinya pemborosan (*waste*) dan inefisiensi sehingga ongkos produksi per unit akan menjadi lemah yang pada gilirannya akan membuat harga produk menjadi lebih kompetitif.

Dampak terhadap peningkatan pendapatan terjadi melalui peningkatan penjualan atas produk berkualitas yang berharga kompetitif. Produk-produk berkualitas yang dibuat melalui suatu proses yang berkualitas akan memiliki sejumlah keistimewaan yang mampu meningkatkan kepuasan konsumen atas penggunaan produk itu. Karena setiap konsumen pada umumnya akan memaksimalkan utilitas dalam mengkonsumsi produk, jelas bahwa produk-produk berkualitas tinggi pada tingkat harga yang kompetitif (karena biaya produksi per unit rendah) akan dipilih oleh konsumen. Hal ini akan meningkatkan penjualan dari produk-produk itu yang berarti pula meningkatkan *market share* sehingga pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan perusahaan.

Kata kualitas memiliki banyak definisi yang berbeda dan bervariasi dari yang konvensional sampai yang lebih strategik. Definisi konvensional dari kualitas biasanya menggambarkan karakteristik langsung dari suatu produk seperti: performansi (*performance*), keandalan (*reliability*), mudah dalam penggunaan (*ease of use*), estetika (*esthetics*), dan sebagainya.

Bagi para perusahaan yang sedang berkompetisi dalam pasar global harus memberikan perhatian serius pada definisi strategik, yang menyatakan bahwa: kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of customers*).

Keistimewaan atau keunggulan produk dapat diukur melalui tingkat kepuasan pelanggan. Menurut ISO 8402 (*Quality Vocabulary*), kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan (Gasperz, 2005, p. 5). Kualitas seringkali diartikan sebagai kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*) atau konformansi terhadap kebutuhan atau persyaratan (*conformance to the requirements*).

Perlu dicatat sejak awal pengertian produk seperti yang didefinisikan dalam ISO 8402, bahwa produk adalah hasil dari aktivitas atau proses. Di samping pengertian kualitas seperti telah disebutkan di atas, kualitas juga dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang menentukan kepuasan pelanggan dan upaya perubahan ke arah perbaikan terus-menerus sehingga dikenal istilah: Q-MATCH (*Quality is Meet Agreed Terms and Changes*).

PT Batman Kencana, Jakarta merupakan perusahaan swasta Indonesia yang bergerak dalam bidang industri manufaktur *consumer goods*, dengan salah satu produk yang dihasilkan adalah permen coklat lapis gula. PT Batman Kencana menyadari akan persaingan yang dihadapinya saat ini, untuk itu perusahaan berusaha untuk meningkatkan kualitas produknya fokus pada pelanggan, melalui pengendalian dan peningkatan kemampuan proses. Konsumen menginginkan produk yang memiliki kualitas tinggi pada tingkat harga yang kompetitif dan perusahaan akan berusaha memenuhinya melalui peningkatan kualitas.

Menurut Dr. Edwards W. Deming, seorang guru manajemen kualitas dari Amerika Serikat, setiap upaya peningkatan kualitas akan membuat proses dan sistem industri lebih baik dan lebih baik lagi. Produktivitas total industri secara keseluruhan akan meningkat karena pemborosan (*waste*) dan inefisiensi akan berkurang, sehingga biaya per unit produk akan berkurang.

1.2 DIAGRAM KETERKAITAN MASALAH

Dalam penelitian ini, masalah yang ada dipetakan dengan diagram keterkaitan masalah sebagai salah satu *tools* yang menggambarkan hubungan sebab dan akibat dari permasalahan. Diagram keterkaitan permasalahan ini membantu dalam proses analisa hubungan yang alami dari aspek-aspek yang berbeda dalam situasi yang kompleks dan rumit. Gambar 1.1 adalah diagram keterkaitan masalah yang ada pada proses packing permen coklat lapis di PT Batman Kencana.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan hubungan antarmasalah yang terdapat pada diagram keterkaitan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. PT Batman Kencana memerlukan suatu metodologi yang menyediakan alat-alat untuk peningkatan produktivitas dan efektivitas kinerja proses dengan tujuan menurunkan variasi proses dan meningkatkan kualitas produk.
2. PT Batman Kencana memerlukan strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (dramatik) di tingkat bawah dan sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses (*process capability*)

1.4 TUJUAN PENELITIAN

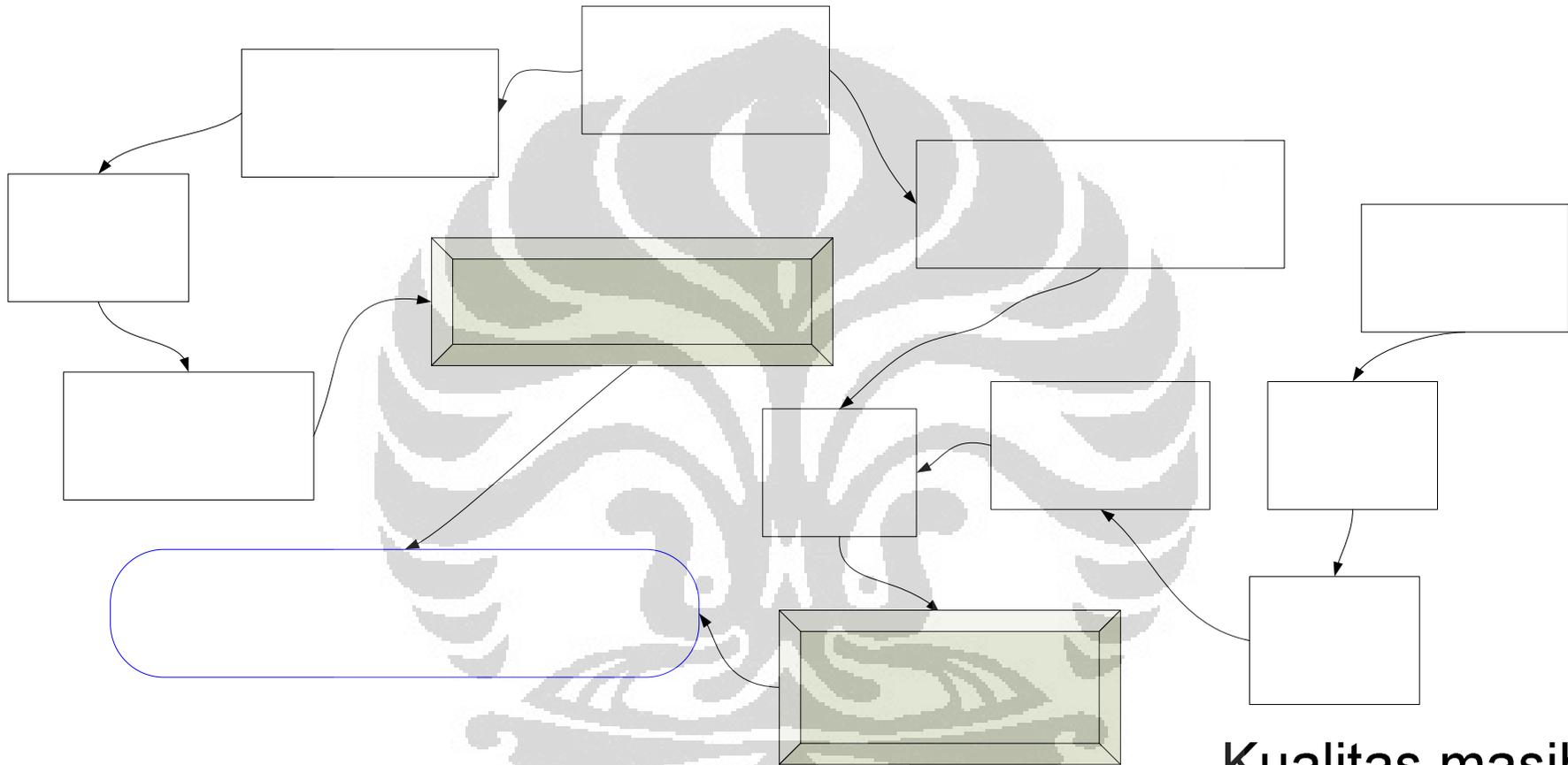
Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis akar permasalahan yang ada, guna untuk mengurangi tingkat cacat yang terjadi.
2. Merekomendasikan usulan solusi untuk melakukan peningkatan dan perbaikan (*improvement*) terhadap kualitas proses.

1.5 BATASAN MASALAH

Agar pembahasan terfokus dan tidak menyimpang, maka dibatasi permasalahan yang ada sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Batman Kencana Jakarta.
2. Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada proses *packing* permen coklat lapis gula (merek "SMILING") selama bulan Februari hingga April 2008.



Gambar 1.1 Diagram keterkaitan masalah

Kualitas masih menjaco
perhatian departemen
pengendali kualitas saja

Belum adanya

tingkatan kualitas..., Wilson, Kosasih, FT UI, 2008

sistem kontrol

3. Data yang bersifat kualitatif didapat melalui wawancara (*brainstorming*) dengan pihak perusahaan.

1.6 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan untuk pemecahan masalah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.2, dengan penjabaran sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur yang sesuai dengan masalah, mencari buku referensi, jurnal internasional, dan artikel tentang *Six Sigma*. Dan juga, melakukan pengamatan langsung di lapangan dan melakukan wawancara secara lisan kepada orang-orang yang terkait langsung dengan proses tersebut.
2. Mengumpulkan data proses produksi dan historis produk.
3. Melakukan pendefinisian masalah (*Define*) sebagai tahapan awal penerapan Six Sigma, antara lain:
 - ⊕ Menentukan siapa pelanggan, kebutuhan, dan keinginan pelanggan.
 - ⊕ Memahami *Critical To Quality* (CTQ) pelanggan dan mentransformasikannya ke dalam proyek CTQ dan diagram matriks.
 - ⊕ Mengumpulkan data dari pelanggan untuk memahami apa yang sebenarnya diinginkan pelanggan.
 - ⊕ Supaya lebih memahami apa proses itu, perlu dilakukan pemetaan proses level tinggi, dan proses inti (SIPOC).
4. Melakukan pengukuran (*Measure*) terhadap proses yang ada saat ini dengan cara:
 - ⊕ Bagaimana proses diukur dan bagaimana hal tersebut diwujudkan.
 - ⊕ Memutuskan apa yang diukur (*Key Performance Indicator* – KPI) dan bagaimana mengukurnya.
 - ⊕ Melakukan pengukuran performa atau kapabilitas proses.
 - ⊕ Apakah kita mempunyai sistem pengukuran yang memadai.
 - ⊕ Apakah kontribusi variasi dari sistem pengukuran terhadap variasi total.
5. Melakukan Analisa (*Analyze*) data yang telah diolah dengan cara:
 - ⊕ Mengidentifikasi akar penyebab (bukan "*symptoms*") dari cacat atau kegagalan.

- ⊕ Memahami data dengan *statistical analysis*.
 - ⊕ Menganalisa data dengan *tools* yang ada.
 - ⊕ Memilih beberapa penyebab dari beberapa hal penting untuk fase perbaikan.
6. Melakukan perbaikan dan peningkatan (*Improve*) kinerja proses yang ada dengan cara:
- ⊕ Mencari cara bagaimana penyebab-penyebab dari cacat atau kegagalan itu dihilangkan.
 - ⊕ Mengidentifikasi variabel kunci yang menyebabkan masalah.
 - ⊕ Mendokumentasikan pernyataan solusi.
7. Mengontrol dan mengendalikan (*Control*) proses produksi dengan cara:
- ⊕ Bagaimana perbaikan terpelihara dan didukung.
 - ⊕ Mendokumentasikan metode baru
 - ⊕ Memilih dan membuat standar
8. Membuat kesimpulan dan mendokumentasikan keseluruhan aspek kunci yang telah dilakukan.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan laporan penelitian tesis ini terdiri dari enam bab. Bab I Pendahuluan merupakan pengantar dan ringkasan singkat mengenai apa yang dilakukan dalam penulisan tesis ini. Dalam bab ini dituliskan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian yang menjabarkan urutan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian dan pemecahan masalah sehingga dalam melakukan penelitian dan pemecahan masalah dapat dilakukan dengan lebih baik dan terarah, dan sistematika penulisan yang digunakan.

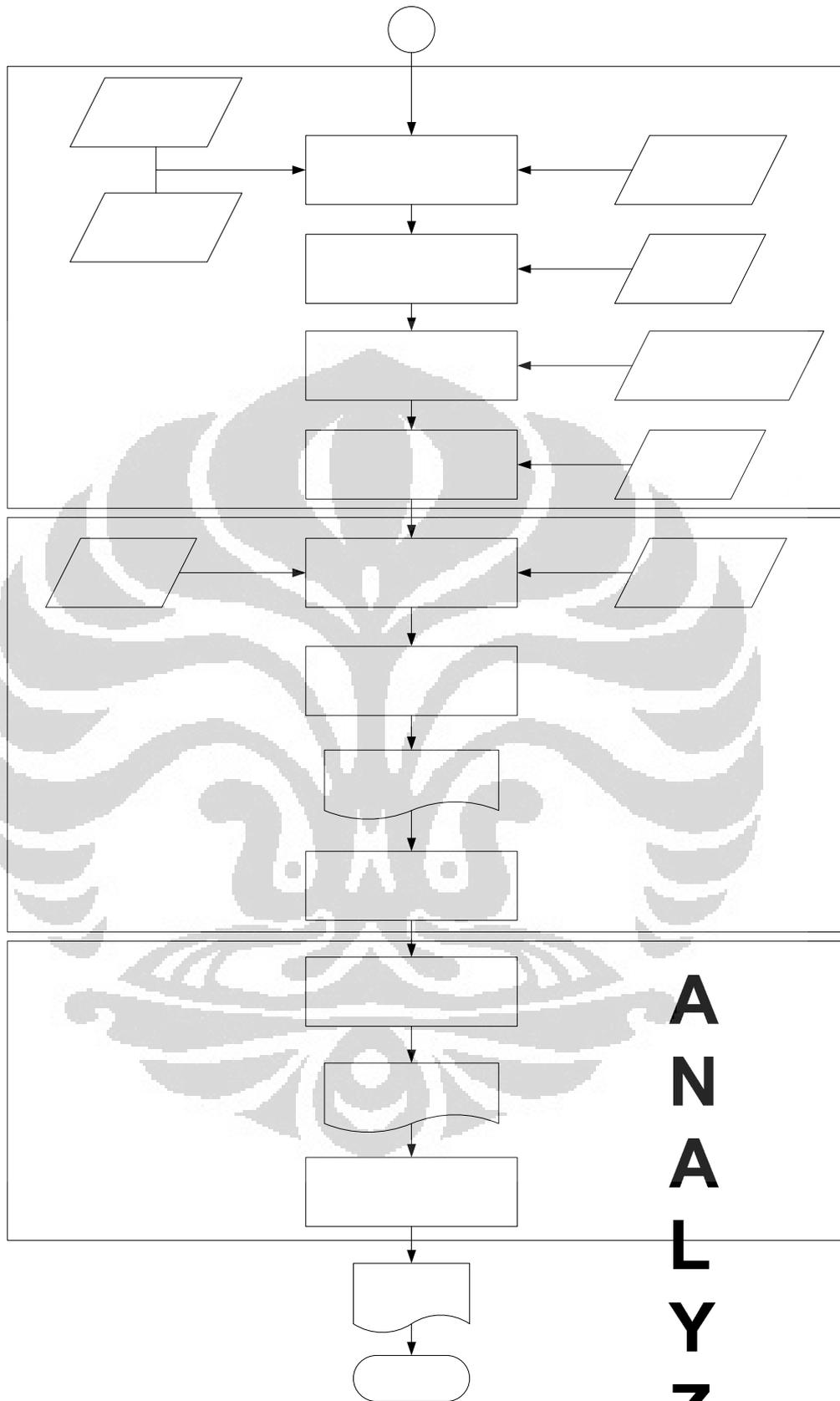
Bab II Landasan Teori berisi teori-teori yang relevan yang digunakan untuk mendukung aspek-aspek penelitian dan menerangkan metode-metode yang digunakan untuk pengolahan data.

Bab III Pengumpulan Data berisi tulisan mengenai gambaran umum profil perusahaan termasuk struktur organisasinya, gambaran produknya, proses produksinya, Sub Bab *Define*, dan Sub Bab *Measure*.

Selanjutnya pada Bab IV Analisa Data akan dijelaskan bagaimana data diolah berdasarkan data yang ada dan kaitannya dengan proses yang lain. Pada Sub Bab *Improve* dan *Control* akan dijelaskan mengenai usulan-usulan solusi yang dapat diambil berdasarkan akar permasalahan yang ada, dan dibahas mengenai dokumentasi data untuk mengontrol proses.

Dan akhirnya pada Bab V Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan-kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang dilakukan serta berisi jawaban-jawaban dari tujuan penelitian yang ingin dicapai. Bab ini juga memuat saran-saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak PT Batman Kencana.





Gambar 1.2 Diagram alir metodologi penelitian (lanjutan)

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 KUALITAS

2.1.1 Konsep Kualitas

Sekarang ini, peningkatan kualitas dan upaya penekanan biaya produksi-operasional merupakan masalah penting di keseluruhan lini proses industrialisasi, baik itu di industri manufaktur (produk berupa barang) maupun non-manufaktur (produk berupa jasa pelayanan). Hal itu disebabkan pelanggan dewasa ini semakin memberikan perhatian besar kepada kualitas produk sesuai dengan ekspektasinya.

Secara ilmiah ada beberapa definisi mengenai kualitas itu sendiri, antara lain:

- Kualitas adalah sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari karakteristik, derajat, atau nilai-nilai dari suatu keunggulan (*American Heritage Dictionary*, 1996).
- Kualitas adalah totalitas karakteristik dari berbagai entitas yang memberikan segenap kemampuannya pada nilai-nilai kebutuhan serta nilai-nilai kepuasan (ISO 8402).
- Kualitas adalah mengerjakan dengan cara yang benar, dan setiap saat berpikir dengan cara yang benar (Motorola, DFSS, 2003).

Dan, berikut ini adalah beberapa pendekatan kualitas (Rao, et.al., 1996):

- *Transcendent approach*, kualitas adalah pencapaian standar tertinggi dibandingkan dengan yang buruk.
- *Product base approach*, fitur-fitur atau atribut spesifik sebuah produk adalah indikator kualitas.
- *User base approach*, kualitas dilihat dari segi kesesuaian penggunaannya.
- *Manufacturing base approach*, kualitas adalah kesesuaian dengan standar yang telah dibuat.
- *Value base approach*, kualitas adalah tingkat mutu istimewa pada harga yang dapat diterima

Hal yang penting untuk dipikirkan dalam upaya pencapaian kesempurnaan produk adalah masalah-masalah yang ada dalam segenap aktivitas penciptaan

produk yang melebihi dari apa yang menjadi ekspektasi dari pelanggan. Pada prinsipnya, apabila produk telah memenuhi atau melebihi harapan konsumen, maka dapat diartikan bahwa produk tersebut telah mencapai nilai-nilai kualitas yang baik. Pandangan ini merupakan pendekatan fokus pada pelanggan dengan mengaitkan masalah-masalah kualitas yang bergantung pada derajat persepsi dan ekspektasi pelanggan. Secara matematis, pandangan tentang kualitas seperti itu dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Q = \frac{P}{E} \dots\dots\dots(2.1)$$

)
dimana Q adalah kualitas, P merupakan performansi (kinerja), dan E merupakan ekspektasi (harapan pelanggan).

Menurut David A. Garvin (1988), kualitas dibagi menjadi sembilan dimensi. Tabel 2.1 menunjukkan dimensi kualitas yang terfokus pada pendekatan strategi dan nilai-nilai kompetitif.

Tabel 2.1 Sembilan dimensi kualitas

Dimensi	Penjelasan
<i>Performance</i>	Karakteristik utama produk, contoh: gambar yang jernih pada TV.
<i>Feature</i>	Karakteristik sekunder atau fitur tambahan, contoh: <i>remote control</i> .
<i>Conformance</i>	Sesuai dengan spesifikasi industri dan standar industri.
<i>Reliability</i>	Konsistensi kinerja.
<i>Durability</i>	Ketahanan produk, mencakup masa garansi dan perbaikan.
<i>Service</i>	Pertanggungjawaban atas masalah produk dan keluhan konsumen terhadap produk serta memperoleh kemudahan reparasi.
<i>Response</i>	Hubungan produsen-konsumen, termasuk peranan penyalur (<i>dealer</i>).
<i>Aesthetics</i>	Karakteristik produk yang berhubungan dengan psikologis produsen, penyalur, dan konsumen.
<i>Reputation</i>	Kinerja yang telah dicapai dan berbagai kesuksesan yang diraih, seperti pencapaian target penjualan, kepuasan konsumen, dll..

Sumber: David A. Garvin. (1988). "Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge". New York: Free Press.

Dan, Tabel 2.2 menunjukkan adanya persamaan dan perbedaan sudut pandang spesifikasi (dimensi) mutu yang diterapkan dalam industri manufaktur atau non-manufaktur.

Tabel 2.2 Komponen kualitas dalam industri manufaktur maupun non-manufaktur

		Industri manufaktur (produk: barang)	Industri non-manufaktur (produk: jasa pelayanan)
Komponen kualitas dilihat dari segi:	Fitur-fitur produk	Performa	Keakuratan
		Reliabilitas	Ketepatan waktu
		Durabilitas	Kelengkapan
		Kemudahan penggunaan	Keramahan dan hormat
		Kemampuan servis yang baik	Antisipasi terhadap kebutuhan konsumen
		Estetika	Pengetahuan pelayan
		Ketersediaan berbagai pilihan dan kemampuan memperluas	Tampilan fasilitas dan personil
		Reputasi	Reputasi
	Bebas dari defisiensi	Produk bebas dari cacat dan kesalahan pada pengiriman, selama digunakan, dan selama servis	Pelayanan bebas dari kesalahan selama pelaksanaan pelayanan dasar dan yang akan datang
		Semua proses bebas dari <i>rework</i>	Semua proses bebas dari <i>rework</i>

Sumber: Frank M. Gryna. (2001). *Quality Planning and Analysis: from Product Development Through Use*. New York: Mc-Graw Hill.

2.1.2 Konsep Variasi

Variasi adalah ketidakseragaman dalam sistem industri sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas produk yang dihasilkan. Variasi merupakan faktor utama dalam permasalahan kualitas. Prinsip-prinsip yang mendasari konsep variasi, adalah:

1. Tidak ada dua benda yang secara identik sama persis, walaupun demikian, variasi dapat ditekan seminimal mungkin.
2. Variasi sebuah produk atau proses dapat diukur. Banyak hal-hal yang kelihatannya sama, tetapi sesungguhnya tidak. Sekecil apa pun variasi yang terjadi dapat diukur. Hasil pengukuran ini bahkan sangat penting apabila variasi yang terjadi mempengaruhi fungsi komponen lain yang sedang diproduksi.
3. Hasil individual tidak dapat diprediksi, dan akan selalu terjadi perbedaan hasil. Karena itu, analisis yang dilakukan dalam memutuskan segala sesuatu tidak boleh dibuat dengan hanya memeriksa satu atau dua benda saja.
4. Sekelompok benda membentuk pola dengan karakteristik yang terbatas. Jika benda-benda yang identik dari sebuah proses diukur dimensi-dimensi tertentu dengan hati-hati, maka akan muncul suatu pola tertentu. Untuk mengetahui kemampuan suatu proses, pola ini harus dianalisa.

5. Pada dasarnya terdapat dua jenis penyebab terjadinya variasi, yaitu:
- Variasi penyebab umum (*common cause variation*), penyebab variasi ini adalah hal-hal yang sulit dihindari dan sudah melekat pada proses, seperti variasi bahan baku, kondisi temperatur ruang yang berubah-ubah, getaran ruangan, ketidakstabilan peralatan, dan sebagainya.
 - Variasi penyebab khusus (*special cause variation*), penyebab variasi ini timbul di luar sistem, dan bisa dihindari, seperti pergantian material yang menyebabkan terjadinya variasi yang besar pada kualitas material, temperatur proses, atau kecepatan peralatan yang tidak sesuai, kesalahan operator, kerusakan peralatan, dan sebagainya. Ada banyak sekali penyebab khusus variasi dalam sebuah manufaktur.

Jika proses berada dalam kondisi stabil, maka variasi yang terjadi adalah variasi yang timbul akibat penyebab umum saja. Jika penyebab ini dapat diidentifikasi dengan ditekan seminimal mungkin maka variasi akan berkurang. Variasi tidak dapat dihilangkan, tetapi dapat dikurangi dengan mereduksi kontribusi dari tiap penyebab. Pengendalian variasi dilakukan berdasarkan penelitian pola penyebabnya, apakah hanya penyebab umum, atau terdapat juga penyebab khusus, dan memprediksi hasil berikutnya. Variasi yang terjadi akibat penyebab khusus terlebih dahulu dihilangkan sebelum menghilangkan variasi penyebab khusus sebagai usaha untuk melakukan perbaikan secara kontinu.

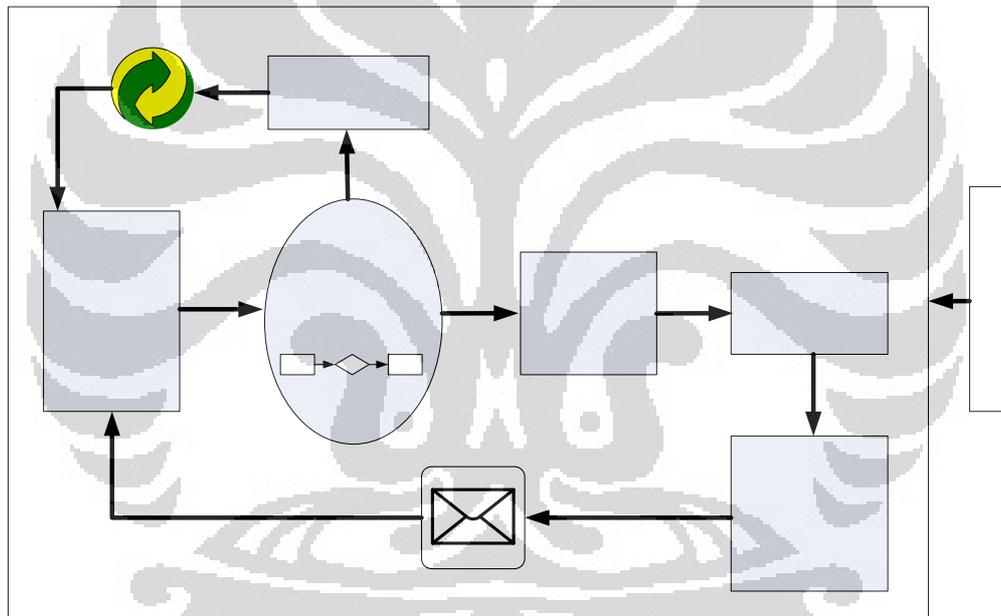
2.2 SIX SIGMA

2.2.1 Konsep Dasar Six Sigma

Six Sigma adalah suatu metodologi yang bertujuan untuk meningkatkan nilai kapabilitas dari aktivitas proses industri dengan 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. Ringkasnya, Six Sigma dapat didefinisikan sebagai metodologi yang menyediakan alat-alat untuk peningkatan kapabilitas proses industri dengan tujuan

menurunkan variasi proses dan meningkatkan kualitas produk yang berfokus pada pelanggan (pasar) melalui penekanan kemampuan proses (*process capability*).

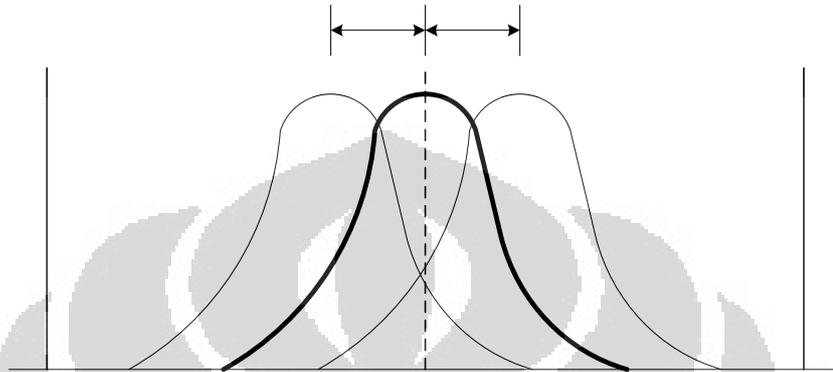
Caulkin (1985) mendefinisikan proses sebagai suatu rangkaian kerja berkesinambungan yang disebut dengan sukseksi kegiatan reguler dan berlangsung secara terbatas serta bergantung pada kondisi yang ada dalam upaya pencapaian hasil tertentu. Dalam konteks rangkaian operasional, Keller et. al. (1999) menggambarkan proses sebagai kombinasi dari input, aksi, dan output. Sedangkan, Anjard (1998) mendeskripsikan proses sebagai serangkaian aktivitas input dengan penambahan berbagai nilai yang akhirnya menghasilkan output sesuai dengan ekspektasi pelanggan.



Gambar 2.1 Model sistem pengendalian proses (Gasperz, 2005)

Metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas ini pertama kali dikembangkan oleh perusahaan Motorola dan diterapkan sejak tahun 1986. Oleh karena itu, metode kualitas ini sering disebut *Six Sigma Motorola*. Pendekatan pengendalian proses *Six Sigma Motorola* mengijinkan adanya pergeseran nilai target rata-rata (*mean*) setiap CTQ (*critical to quality* – atribut-atribut yang berkaitan langsung dengan tingkat kebutuhan dan kepuasan pelanggan) individual dari proses industri sebesar $\pm 1,5\sigma$, sehingga akan mencapai tingkat kualitas

sebesar 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (*defects per million opportunities – DPMO*), atau bahwa 99,99966% dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk (barang dan/atau jasa) itu.



Gambar 2.2 Konsep *Six Sigma Motorola* dengan distribusi normal bergeser $\pm 1,5\sigma$

Hasil-hasil peningkatan kualitas dari aplikasi program Six Sigma, yang diukur berdasarkan persentase antara COPQ (*cost of poor quality*) terhadap nilai penjualan, ditunjukkan dalam Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Manfaat pencapaian beberapa tingkat sigma

Nilai sigma	DPMO	COPQ	Efektivitas
1 σ	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung	30,85%
2 σ	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung	69,146%
3 σ	66.807	25 – 40% nilai penjualan	93,379%
4 σ	6.210 (rata-rata industri USA)	15 – 25% nilai penjualan	99,379%
5 σ	233 (rata-rata industri Jepang)	5 – 15% nilai penjualan	99,9767%
6 σ	3,4 (industri kelas dunia)	< 1% nilai penjualan	99,99966%
Setiap peningkatan atau pergeseran 1 sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan.			

Sumber: Vincent Gaspersz. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*.

Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

2.2.2 Konsep Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses mendeskripsikan kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. Prinsip-prinsip dasar dari kapabilitas proses adalah sebagai berikut:

1. Aktualisasi rata-rata kinerja proses harus sebanding dengan level kinerja ideal atau nilai target.
 2. Tebaran kinerja proses harus relatif lebih kecil dari batasan tebaran spesifikasi.
- Kapabilitas proses sering dinyatakan dengan Indeks Kapabilitas Proses, yang merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menggambarkan hubungan antara variabilitas proses dan batasan tebaran spesifikasi.

2.2.2.1 Indeks Kapabilitas Proses C_p

Indeks kapabilitas proses C_p , adalah persamaan gambaran dari harga rasio tebaran spesifikasi atau tebaran proses terhadap 6 standar deviasi (6σ). Secara matematis, indeks kapabilitas proses C_p dapat dinyatakan dengan formula sebagai berikut:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana USL merupakan *upper specification limit* dan LSL merupakan *lower specification limit* yang ingin dikendalikan, sedangkan σ adalah nilai standar deviasi CTQ proses yang sedang dikendalikan.

Persyaratan asumsi penggunaan formula ini adalah bahwa distribusi proses harus berdistribusi normal dan nilai rata-rata proses (\bar{X}) harus tepat sama dengan nilai target (T), yang berarti nilai \bar{X} proses harus tepat berada di tengah interval nilai USL dan LSL. Perlu dicatat bahwa nilai C_p dan kapabilitas proses itu dihitung menggunakan kapabilitas proses 3 sigma sebagai referensi. Misalnya, jika pengendalian kapabilitas proses yang diinginkan adalah pada tingkat 4,5 sigma, maka nilai C_p harus sama dengan $4,5/3 = 1,50$. Berdasarkan konsep ini, kita dapat menentukan berbagai nilai C_p pada kapabilitas sigma tertentu. Maka daripada itu, kapabilitas 6 sigma dicapai ketika $C_p = 2,0$ dan hanya mengandung 3,4 DPMO (Tabel 2.4).

2.2.2.2 Indeks Kapabilitas Proses C_{pk}

Indeks Kapabilitas Proses C_p memiliki keterbatasan, yaitu:

1. Indeks C_p tidak dapat digunakan apabila CTQ proses yang akan dikendalikan itu hanya memiliki satu batas spesifikasi (USL atau LSL saja).
2. Indeks C_p tidak mampu mendeteksi *process centering*, dimana jika nilai rata-rata proses (\bar{X}) tidak tepat sama dengan nilai target (T), maka indeks C_p akan memberikan hasil yang salah dalam pembuatan keputusan.

Untuk mengatasi kekurangan indeks C_p , dapat digunakan indeks C_{pk} dengan persyaratan asumsi bahwa proses yang dikendalikan itu harus berdistribusi normal. Indeks C_{pk} dapat diperoleh berdasarkan formulasi sebagai berikut:

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right\} \dots\dots\dots(2.3)$$

Perlu diketahui bahwa formula C_{pk} tersebut dirumuskan berdasarkan perhitungan kapabilitas proses 3 sigma, seperti halnya indeks kapabilitas C_p (Tabel 2.4). Dan, patut dicatat bahwa pada dasarnya nilai indeks C_p dan C_{pk} adalah sama pada berbagai tingkat sigma, kecuali indeks C_{pk} mampu mendeteksi *process centering*, apakah telah bergeser ke arah bawah menuju LSL atau bergeser ke arah atas menuju USL.

2.2.2.3 Indeks Kapabilitas Proses C_{pm}

Untuk mengatasi persyaratan asumsi yang ketat, seperti data harus berdistribusi normal dan nilai rata-rata proses (\bar{X}) harus tepat sama dengan nilai target (T) – berada di tengah-tengah dari nilai USL dan LSL, maka penggunaan angka indeks C_{pm} dapat dilakukan. Indeks C_{pm} dapat dihitung berdasarkan formulasi sebagai berikut:

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\bar{X} - T)^2}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Berikut ini merupakan beberapa keuntungan dari penggunaan indeks C_{pm} :

1. Indeks C_{pm} dapat diterapkan pada suatu interval spesifikasi yang tidak simetris, dimana nilai spesifikasi target kualitas (T) tidak berada di tengah nilai USL dan LSL. Indeks C_{pm} sesuai dengan konsep fungsi kerugian Taguchi

(*Taguchi's loss function concept*), dengan demikian indeks tersebut disebut juga dengan *Indeks Kapabilitas Taguchi*.

2. Indeks C_{pm} dapat dihitung untuk tipe distribusi apa saja dan tidak mensyaratkan data harus berdistribusi normal. Hal ini berarti perhitungan C_{pm} adalah bebas dari persyaratan distribusi data, serta tidak memerlukan lagi uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang dikumpulkan dari proses itu berdistribusi normal.

Pada dasarnya nilai indeks C_{pm} dan C_p adalah sama pada berbagai tingkat sigma, kecuali perbedaan dalam persyaratan asumsi dan formula yang telah dikemukakan sebelumnya.

Tabel 2.4 Hubungan antara angka indeks $C_p/C_{pk}/C_{pm}$ dan kapabilitas proses

$C_p/C_{pk}/C_{pm}$	Kapabilitas proses
0,33	1,0 sigma
0,50	1,5 sigma
0,67	2,0 sigma
0,83	2,5 sigma
1,00	3,0 sigma
1,17	3,5 sigma
1,33	4,0 sigma
1,50	4,5 sigma
1,67	5,0 sigma
1,83	5,5 sigma
2,00	6,0 sigma

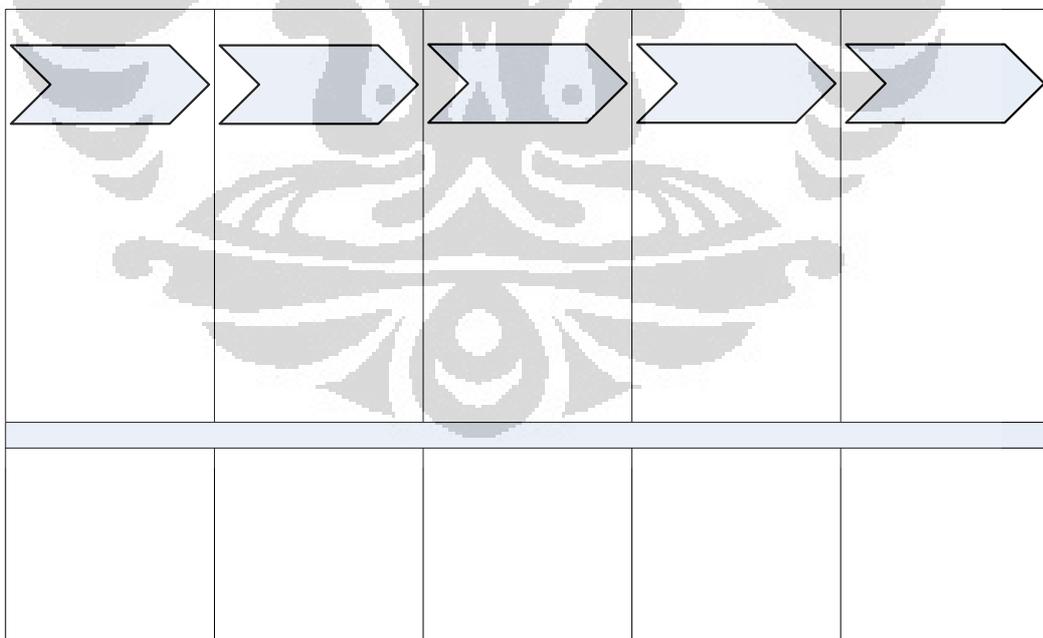
2.2.3 Metodologi Six Sigma

Berbagai upaya peningkatan menuju target Six Sigma dapat dilakukan menggunakan dua metodologi, yaitu (1) *Six Sigma Process Improvement* (SSPI) – DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), dan (2) *Design For Six Sigma* (DFSS) – DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*). DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada, sedangkan DMADV digunakan untuk menciptakan desain proses baru dan/atau desain produk baru dalam cara sedemikian rupa agar menghasilkan kinerja bebas kesalahan.

Six Sigma Process Improvement (SSPI) menggunakan metodologi DMAIC terdiri atas lima tahap utama berikut:

- **Define**, mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.
- **Measure**, mengukur kinerja proses pada saat sekarang agar dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan. Lakukan pemetaan proses dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan indikator kinerja kunci (*key performance indicator – KPI*).
- **Analyze**, menganalisis hubungan sebab-akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan.
- **Improve**, mengoptimalkan proses menggunakan analisis-analisis seperti DOE (*design of experiment*), dll., untuk mengetahui dan mengendalikan kondisi optimum proses.
- **Control**, melakukan pengendalian terhadap proses secara terus-menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target Six Sigma.

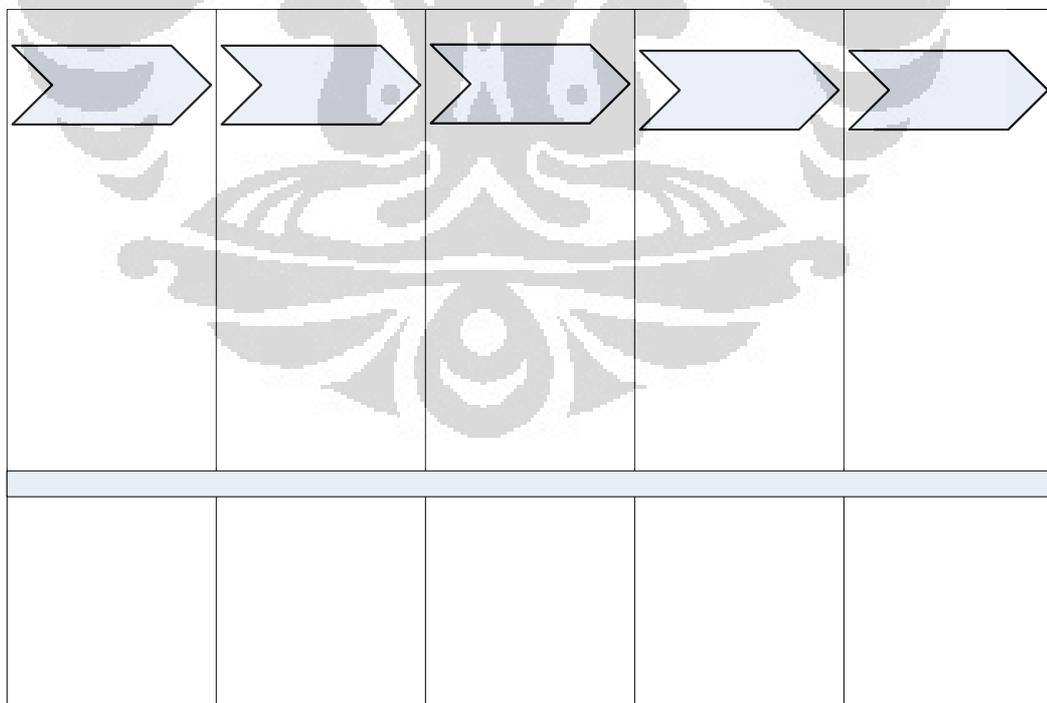
Penggunaan metodologi DMAIC secara sederhana ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Metodologi DMAIC dalam SSPI (Gasperz, 2007)

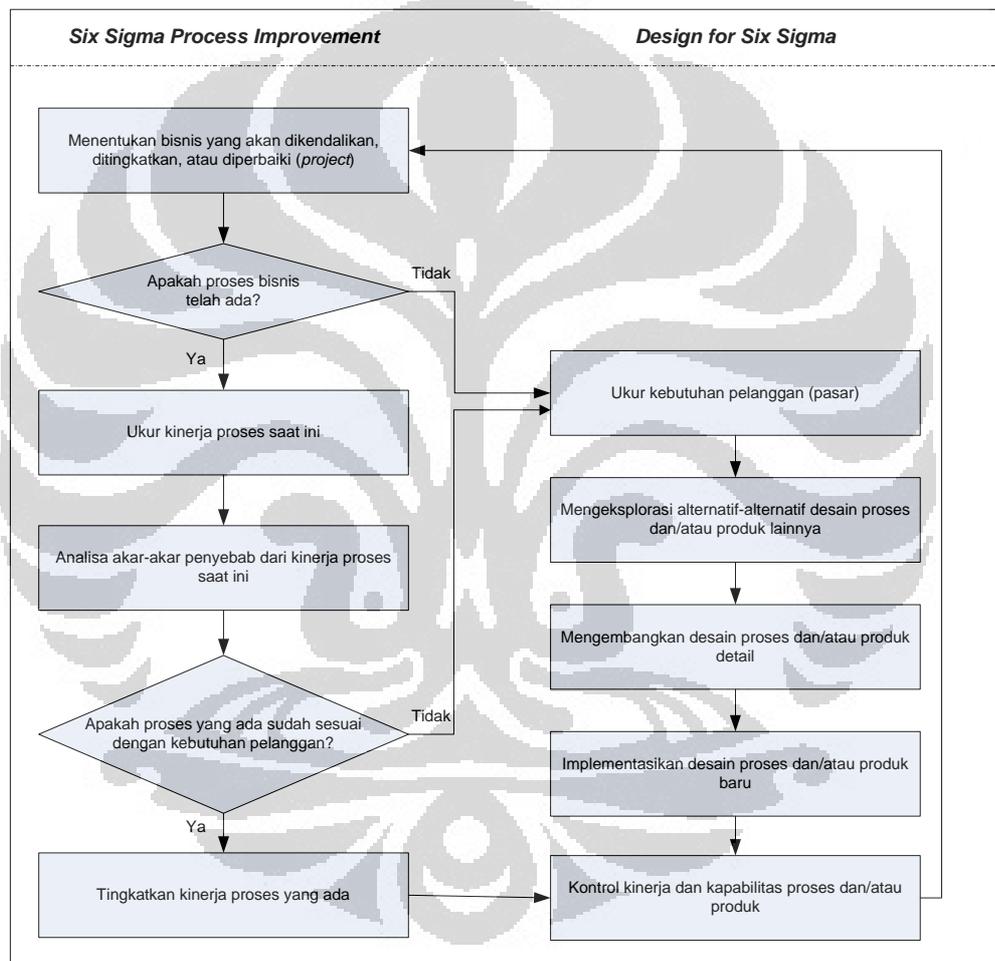
Design for Six Sigma (DFSS) menggunakan metodologi DMADV, sebagai berikut:

- **Define**, mendefinisikan secara formal sasaran dan aktivitas desain proses baru dan/atau desain produk baru yang secara konsisten berkaitan langsung dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan, dan strategi perusahaan.
- **Measure**, mengidentifikasi CTQ, kapabilitas produk, kapabilitas proses, evaluasi risiko, dll..
- **Analyze**, mengembangkan dan mendesain alternatif-alternatif, menciptakan *high level design*, dan mengevaluasi kapabilitas desain agar mampu memilih desain terbaik.
- **Design**, mengembangkan desain secara terperinci, optimisasi desain, dan rencana untuk verifikasi desain. Pada tahap ini mungkin membutuhkan sampai simulasi.
- **Verify**, memverifikasi desain, *setup pilot runs*, implementasi proses baru (untuk desain proses baru) atau produk baru (untuk desain produk baru), kemudian menyerahkan kepada pemilik proses.



Gambar 2.4 Metodologi DMADV dalam DFSS (Gasperz, 2007)

Beberapa kalangan menggunakan akronim DMEDI atau DMADOV untuk metodologi DFSS yang pada dasarnya serupa dengan DMADV. DMEDI adalah: *Define, Measure, Explore, Develop, Implement*, sedangkan DMADOV adalah: *Define, Measure, Analyze, Design, Optimize, Verify*. Metodologi DMADV dalam DFSS ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Gambar 2.5 di bawah menunjukkan langkah-langkah dasar dalam mengaplikasikan atau mendesain sebuah sistem Six Sigma.



Gambar 2.5 Diagram alir dalam mengaplikasikan atau mendesain Six Sigma

2.3 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

2.3.1 Pengenalan FMEA

FMEA pertama kali dikembangkan oleh NASA pada tahun 1960-an. Pada awalnya, implementasi FMEA seringkali dilakukan oleh industri manufaktur

otomotif dalam mengukur dan mengindikasikan kemungkinan potensi-potensi cacat pada tahap perancangan suatu produk guna untuk meningkatkan kualitas, kehandalan (*realibilitas*), dan keamanan produknya.

FMEA merupakan teknik analisis yang digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi, memprioritaskan, dan mengeliminasi kegagalan potensial dari sistem, desain, dan proses sebelum sampai ke konsumen (Kmenta Sveyen, 2002). Secara umum FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasikan 3 hal, yaitu:

- Penyebab kegagalan yang potensial dari proses atau produk selama siklus hidupnya.
- Efek dari kegagalan tersebut.
- Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi proses atau produk.

FMEA merupakan *tool* dalam menganalisis kehandalan (*realibility*) dan penyebab kegagalan, untuk mencapai persyaratan kehandalan dan keamanan produk, dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi kehandalan, desain produk, dan desain proses.

Ada beberapa tipe FMEA, 3 diantaranya lebih sering digunakan dibandingkan yang lainnya. Tipe-tipe FMEA tersebut adalah:

- 1) FMEA Sistem, berfokus pada moda kegagalan yang berhubungan dengan fungsi sistem yang disebabkan oleh defisiensi (kelemahan) desain, termasuk di dalamnya interaksi sistem dengan sistem lain dan interaksi antareleman sistem.
- 2) FMEA Desain, berfokus pada defisiensi desain.
- 3) FMEA Proses, berfokus pada potensi moda kegagalan yang disebabkan oleh defisiensi proses manufaktur dan perakitan.

Penggunaan FMEA dapat memberikan manfaat secara langsung sampai ke tingkat dasar bagi perusahaan (Ford Motor Company, 1992), dengan:

- Meningkatkan kualitas, kehandalan, dan keamanan produk.
- Meningkatkan citra dan daya perusahaan.
- Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.
- Mengurangi waktu dan biaya pengembangan produk.

2.3.2 Implementasi FMEA

Suatu proses dapat memiliki lebih dari satu fungsi. Fungsi dapat digolongkan menjadi dua kategori, yaitu fungsi primer dan fungsi sekunder. Fungsi primer adalah fungsi utama yang diinginkan dari suatu proses. Fungsi ini antara lain meliputi kecepatan proses, output, dan kualitas hasil proses. Sedangkan, fungsi sekunder adalah fungsi tambahan yang diharapkan ketika fungsi primer telah dipenuhi. Fungsi sekunder antara lain meliputi: faktor keamanan, kenyamanan, dan ekonomi.

2) *Potential failure mode*

Kegagalan adalah ketidakmampuan sistem dari suatu produk atau proses untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan standar kinerja yang diinginkan pemakai. Moda kegagalan adalah kejadian yang menyebabkan suatu kegagalan fungsi. Moda kegagalan proses adalah penyebab suatu komponen ditolak karena karakteristik komponen yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknisnya.

3) *Potential effect(s) of failure*

Efek kegagalan adalah akibat yang terjadi jika moda kegagalan muncul. Efek kegagalan dapat terjadi pada (Ford Motor Co., 1992):

- Pengguna berikutnya.
- Pengguna hilir (proses perakitan atau proses pelayanan).
- Konsumen akhir.
- Produk operasional.
- Keamanan operator.
- Pemenuhan peraturan pemerintah.
- Mesin atau peralatan.

4) *Severity*

Severity merupakan pembobotan tingkat keseriusan/derajat keparahan dari efek kegagalan potensial pada komponen, sub-sistem, sistem, atau konsumen, jika kegagalan terjadi. Nilai ranking *severity* untuk FMEA Proses ditunjukkan dalam Tabel 2.6.

5) *Potential cause(s)/mechanism(s) of failure*

Untuk mencapai sistem yang handal, diperlukan pemahaman dari pihak *design engineer* mengenai penyebab kegagalan, sehingga penelusuran defisiensi dan

ketidaksesuaian dalam sistem dapat mengenali penyebab dan mengambil tindakan korektif sehingga pencapaian kehandalan sistem yang tinggi dapat diraih. Ada beberapa faktor utama yang menjadi penyebab terjadinya kegagalan, antara lain:

- Defisiensi dalam desain, kegiatan, dan usaha *engineering* serta perubahan dalam desain, *upgrading* komponen, dan kriteria desain yang tidak cukup.
- Defisiensi material.
- Kesalahan dalam perakitan.
- Kondisi kerja yang tidak layak.
- Pemeliharaan yang tidak memadai.

6) *Occurrence*

Occurrence merupakan seberapa sering suatu penyebab kegagalan dapat terjadi. Nilai ranking dari *Occurrence* ditunjukkan dalam Tabel 2.7.

7) *Current control*

Current control mendeskripsikan tindakan pengendalian yang dapat ataupun telah dilakukan pada saat ini.

8) *Detection*

Detection merupakan suatu pembobotan kemungkinan bahwa *current process control* yang diusulkan akan mampu mendeteksi moda kegagalan potensial sebelum bagian atau komponen meninggalkan area operasi manufaktur atau lokasi perakitan. Nilai ranking deteksi untuk FMEA Proses ditunjukkan dalam Tabel 2.8.

9) *Risk priority number (RPN)*

Risk priority number merupakan hasil dari perkalian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), dimana persamaan matematisnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$RPN = (S) \times (O) \times (D) \dots\dots\dots(2.5)$$

Nilai RPN berkisar dari 1 sampai 1.000, dengan 1 sebagai nilai resiko terkecil.

10) *Recommended action*

Recommended action bertujuan untuk mengurangi satu atau lebih kriteria (*severity, occurrence, detection*) yang menyusun RPN.

Tabel 2.6 Nilai ranking *severity* untuk FMEA Proses

Efek	Kriteria: <i>severity of efect</i>	Ranking
<i>Hazardous without warning</i>	Dapat membahayakan operator terjadi ketika moda kegagalan potensial mempengaruhi keamanan operasi dan/atau menyebabkan pelaksanaan tidak sesuai dengan prosedur. Kegagalan muncul tanpa adanya peringatan/tanda-tanda.	10
<i>Hazardous with warning</i>	Dapat membahayakan operator terjadi ketika moda kegagalan potensial mempengaruhi keamanan operasi dan/atau menyebabkan pelaksanaan tidak sesuai dengan prosedur. Kegagalan muncul disertai adanya peringatan/tanda-tanda.	9
<i>Very high</i>	Kerusakan besar pada lini produksi menyebabkan 100% produk tidak dapat dipakai. <i>Item</i> tidak dapat beroperasi, kehilangan sebagian besar fungsi. Konsumen sangat tidak puas.	8
<i>High</i>	Kerusakan kecil pada lini produksi menyebabkan sebagian produk tidak dapat dipakai. <i>Item</i> dapat beroperasi, namun tingkat kinerjanya menurun. Konsumen tidak puas.	7
<i>Moderate</i>	Kerusakan kecil pada lini produksi menyebabkan sebagian produk tidak dapat dipakai. <i>Item</i> dapat beroperasi, namun beberapa <i>comfort item</i> tidak dapat beroperasi. Konsumen merasa tidak nyaman.	6
<i>Low</i>	Kerusakan kecil pada lini produksi menyebabkan 100% produk harus dikerjakan ulang. <i>Item</i> dapat beroperasi, akan tetapi beberapa <i>comfort item</i> dapat beroperasi dengan tingkat performansi yang menurun. Konsumen merasa sedikit tidak puas	5
<i>Very low</i>	Kerusakan kecil pada lini produksi menyebabkan produk harus disortir dan sebagian dikerjakan ulang. Kerusakan diperingatkan oleh konsumen.	4
<i>Minor</i>	Kerusakan kecil pada lini produksi menyebabkan sebagian produk harus dikerjakan ulang secara langsung di luar station. Kerusakan diperingatkan oleh rata-rata konsumen.	3
<i>Very minor</i>	Kerusakan kecil pada lini produksi menyebabkan sebagian produk harus dikerjakan secara langsung di luar station. Kerusakan diperingatkan oleh <i>discriminating customer</i> .	2
<i>None</i>	Tidak ada efek	1

Sumber: D. H. Besterfield, et.al. (1995). *Total Quality Management*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Tabel 2.7 Nilai ranking *occurrence* untuk FMEA Proses

	Peluang kegagalan	Tingkat peluang kegagalan	Ranking
Very high	Kegagalan hampir tidak dapat dihindari.	> 1 in 2 (> 50%)	10
		1 in 3 (33,33%)	9
High	Secara umum terkait dengan proses yang sama dengan proses sebelumnya yang sering gagal.	1 in 8 (12,5%)	8
		1 in 20 (5%)	7
Moderate	Secara umum terkait dengan proses yang sama pada proses sebelumnya yang pernah mengalami kegagalan yang kadang-kadang terjadi.	1 in 80 (1,25%)	6
		1 in 400 (0,25%)	5
		1 in 2.000 (0,05%)	4
Low	Kegagalan yang jarang terjadi berkaitan dengan proses yang sama.	1 in 15.000 (0,0067%)	3
Very low	Hanya kegagalan yang jarang terjadi berkaitan dengan proses yang hampir identik.	1 in 150.000 (0,00067%)	2
Remote	Kegagalan hampir tidak ada. Tidak ada kegagalan yang berkaitan dengan proses yang hampir identik.	< 1 in 1.500.000 (< 0,000067%)	1

Sumber: Dale H. Besterfield, et.al.. (1995). Total Quality Management. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Tabel 2.8 Nilai ranking *detection* untuk FMEA Proses

Deteksi	Kriteria: kemungkinan deteksi	Ranking
Absolutely impossible	Tidak ada kontrol yang dapat digunakan untuk mendeteksi moda kegagalan.	10
Very remote	Sangat jarang kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	9
Remote	Jarang kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	8
Very low	Sangat rendah kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	7
Low	Rendah kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	6
Moderate	Sedang kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	5
Moderately high	Cukup tinggi kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	4
High	Tinggi kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	3
Very high	Sangat tinggi kemungkinan <i>current control</i> akan mendeteksi moda kegagalan.	2
Almost certain	<i>Current control</i> hampir pasti mendeteksi moda kegagalan. Tingkat kehandalan kontrol pendeteksi diketahui dengan proses yang sama.	1

Sumber: Dale H. Besterfield, et.al.. (1995). Total Quality Management. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

BAB III

PENGUMPULAN DATA

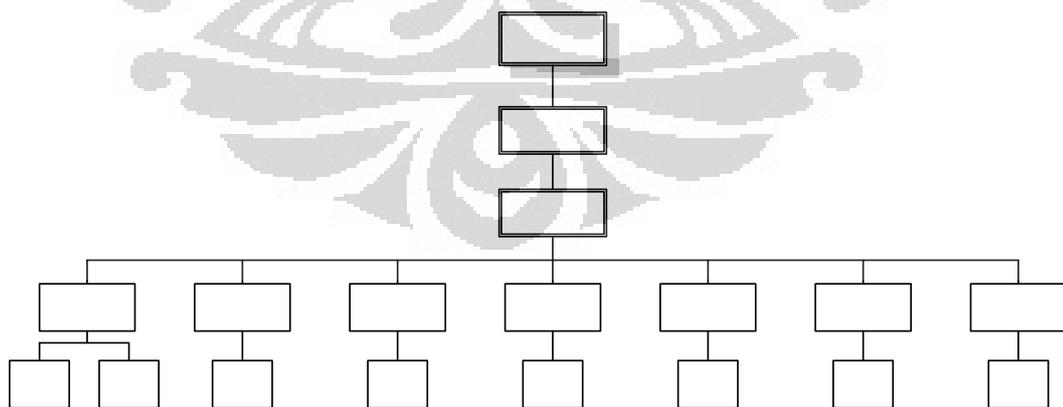
3.1 FASE PENDEFINISIAN

3.1.1 Sekilas tentang Perusahaan

PT Batman Kencana merupakan perusahaan manufaktur nasional yang bergerak di bidang produksi balon dan permen. Jenis produk balon yang diproduksi berupa balon karet dan balon pasta, sedangkan jenis permen yang diproduksi berupa permen karet (jenis *bubble gum* dan *chewy gum*) dan coklat lapis gula.

PT Batman Kencana berdiri pada tahun 1980 dan terletak di kawasan industri Kapuk, tepatnya beralamat di Jl. Kapuk Pulo No. 27 Jakarta dengan luas area sekitar 8300 m². Pada awal berdirinya, PT Batman Kencana hanya memproduksi balon. Kemudian pada tahun 1985, PT Batman Kencana mulai melakukan diversifikasi produk dengan memproduksi permen karet dan coklat lapis gula, dan terus berlangsung hingga sekarang ini.

PT Batman Kencana memproduksi produk-produknya berdasarkan jumlah pesanan dari pihak distributor (yang tersebar di seluruh Indonesia) dan jumlah persediaan di dalam gudang. Beberapa merek dari jenis produk PT Batman Kencana ada juga yang diekspor ke luar negeri: Malaysia, Filipina, dan Dubai.



Gambar 3.1 Struktur organisasi PT Batman Kencana

Pada dasarnya, PT Batman Kencana merupakan perusahaan berbasis keluarga dimana dalam mengambil berbagai kebijakan manajemen sangat

dipengaruhi oleh para pemegang saham (*shareholder*) yang menjabat Komisaris. Struktur organisasi perusahaan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.1. Berdasarkan bagan tersebut terlihat bahwa tidak adanya departemen khusus yang menangani pengendalian terhadap kualitas, akan tetapi hal itu menjadi tanggung jawab departemen produksi dengan terus melakukan peningkatan dan perbaikan proses maupun peralatan proses untuk menghasilkan produk yang berkualitas.

3.1.2 Identifikasi Penelitian

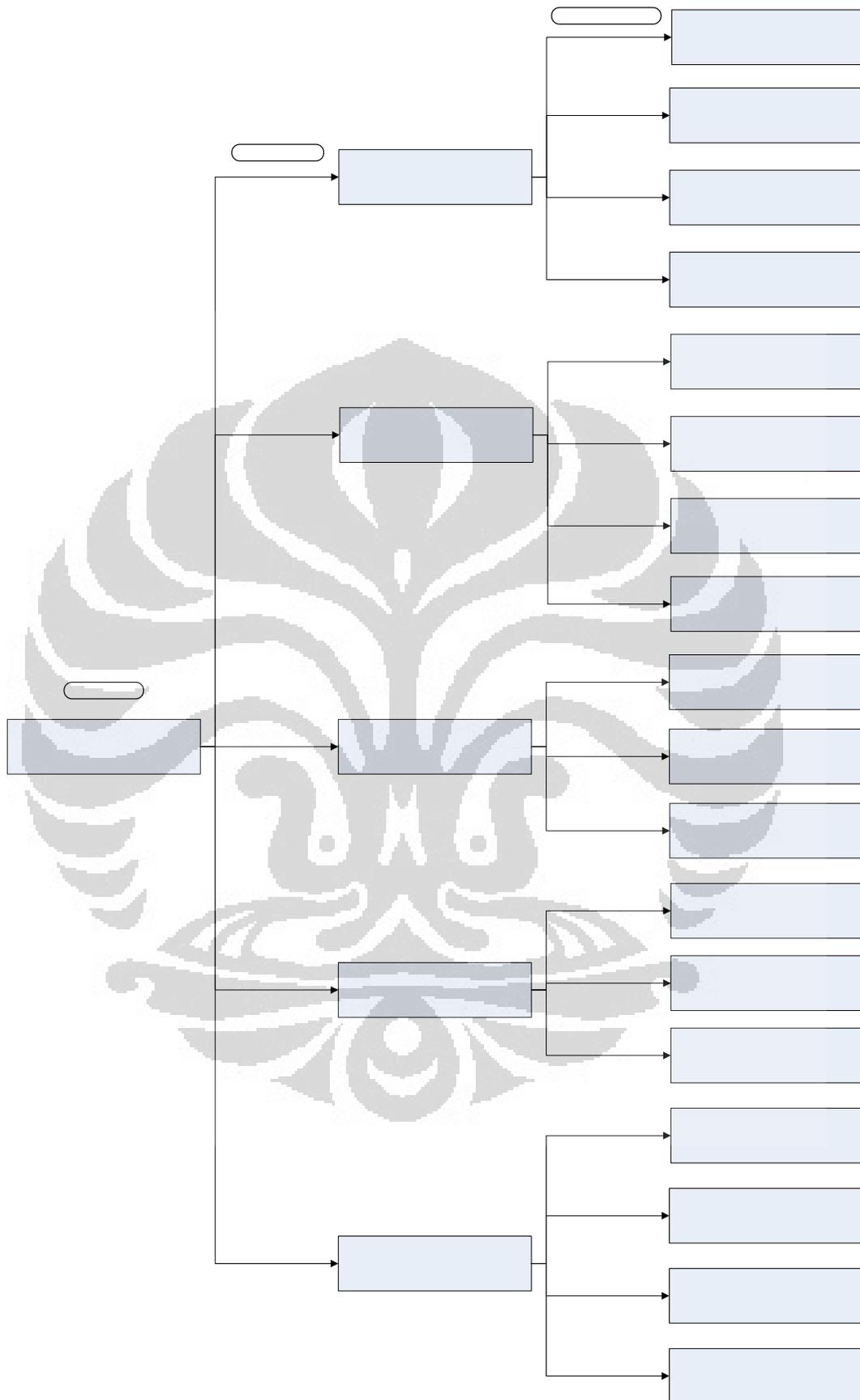
Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan perbaikan dan peningkatan kualitas proses kepada perusahaan berdasarkan hasil identifikasi dan analisis kecacatan yang timbul dan permasalahan yang terjadi dengan pendekatan metodologi DMAIC Six Sigma. Walaupun demikian, penelitian ini difokuskan pada proses *packing* produk permen coklat lapis gula (merek "SMILING" – dengan kemasan berbentuk kacamata) yang diproduksi. Hal tersebut disebabkan atas permintaan manajemen PT Batman Kencana mengingat adanya peningkatan *demand* pasar yang cukup signifikan terhadap jenis produk itu, yang tentunya perlu diimbangi dengan adanya peningkatan produktivitas dan efektivitas yang sangat dipengaruhi oleh tingkat kualitas proses *packing* dari produk itu. Adapun sampai saat ini kapasitas produksinya telah mencapai rata-rata 8 ton per hari.



Gambar 3.2 Permen coklat lapis gula dengan kemasan berbentuk kacamata

3.1.3 Menentukan CTQ Pelanggan

Umumnya pangsa pasar (konsumen akhir) jenis produk ini sebagian besar adalah anak-anak yang berumur 6-12 tahun.



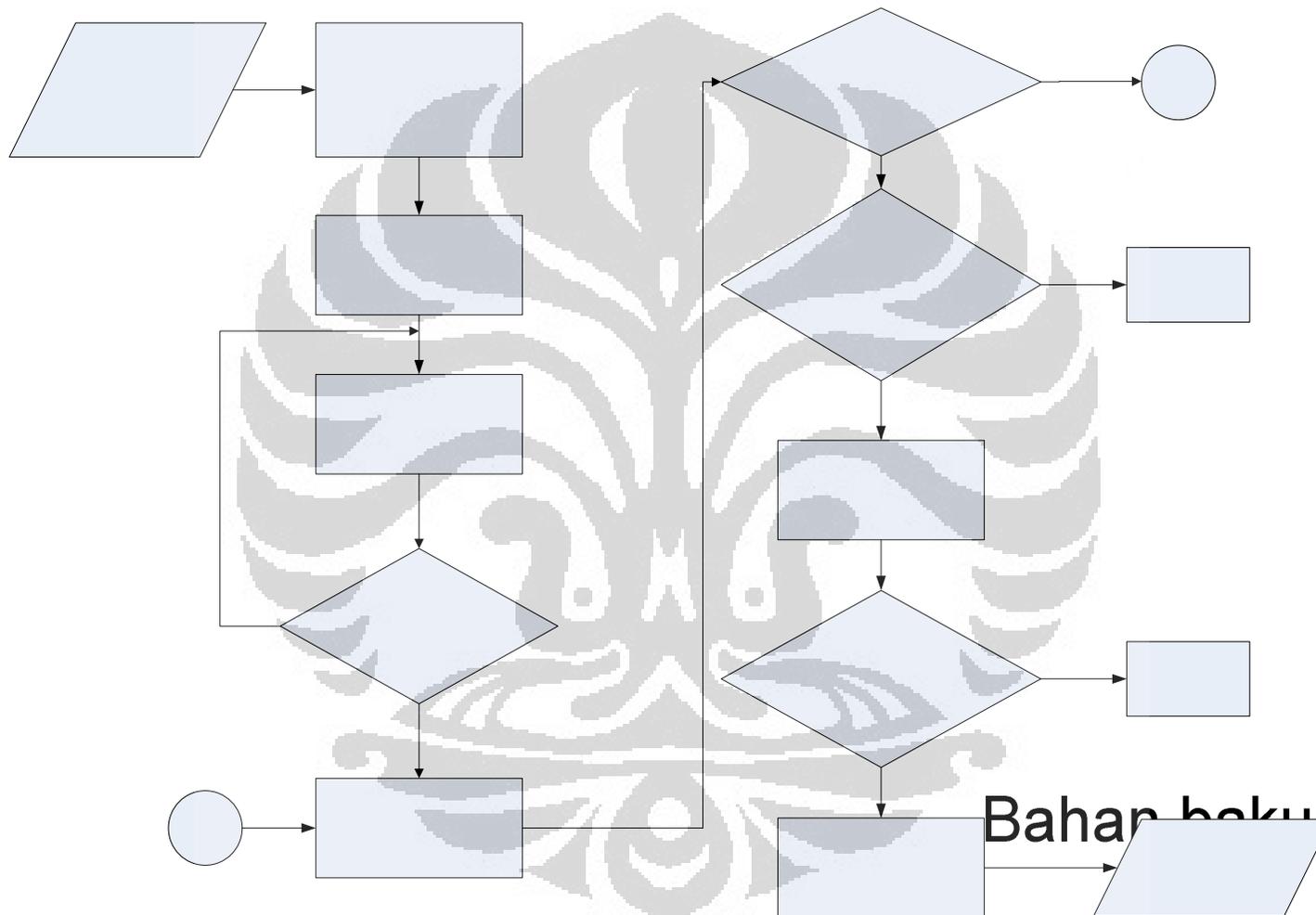
Gambar 3.3 Diagram CTQ proses *packing* produk permen coklat lapis gula

Oleh karena itu, kebutuhan dan keinginan konsumen yang utama adalah menginginkan bentuk kemasan produk yang unik, menarik, dan berkualitas dengan harga terjangkau. Selain itu, dibutuhkan juga bentuk dan *taste* permen coklat lapis gula yang disukai. Atas pertimbangan itu, maka perlu diperhatikan faktor-faktor apa saja yang kiranya menentukan dalam peningkatan dan perbaikan kualitas proses *packing* produk permen tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram CTQ yang ditunjukkan dalam Gambar 3.3.

3.1.4 Proses / SIPOC

Gambar 3.4 menunjukkan gambaran keseluruhan tahapan proses dalam lini produksi permen coklat lapis gula (merek “*SMILING*”) di PT Batman Kencana. Garis besarnya, terdapat enam tahapan proses yang dilakukan hingga menjadi produk yang siap jual yaitu:

1. **Proses pencampuran dan pengadukan**, pada proses ini bahan-bahan baku diformulasikan, dicampur dan diaduk selama 2–3 jam pada suhu 62 °C hingga dihasilkan coklat cair. Setelah itu, ditransfer ke tempat penampungan (tangki) sementara untuk proses selanjutnya.
2. **Proses pencetakan**, pada proses ini coklat cair yang berada di tangki penampungan sementara ditransfer melalui pipa-pipa masuk ke mesin cetak yang beroperasi pada suhu –20 °C hingga dihasilkan coklat berbentuk permen padat.
3. **Proses *coating* / pelapisan gula**, pada proses ini permen coklat padat itu dimasukkan ke dalam sebuah wadah yang berputar untuk digulai secara manual.
4. **Proses pewarnaan**, pada proses ini permen coklat yang telah di-*coating* diberikan pewarnaan secara manual yang biasanya memakan waktu 7–9 jam.
5. **Proses *packing***, pada proses ini permen coklat lapis gula, yang telah di-ayak sebelumnya, dimasukkan ke dalam sebuah mesin packing melalui beberapa sub-proses (akan dijelaskan lebih lanjut) sedemikian sehingga dihasilkan permen coklat lapis gula dengan kemasan berbentuk kaca mata.
6. **Proses pengkardusan**, permen coklat lapis gula yang telah dikemas sebelumnya, kemudian dimasukkan ke karton yang dilakukan secara manual.



Gambar 3.4 Keseluruhan tahapan proses dalam lini produksi permen coklat lapis gula di PT Batman Kencana

Sedangkan, penjelasan lebih mendetail tentang sub-proses yang terdapat dalam lini proses *packing* dapat dilihat pada diagram SIPOC yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1 di bawah ini.

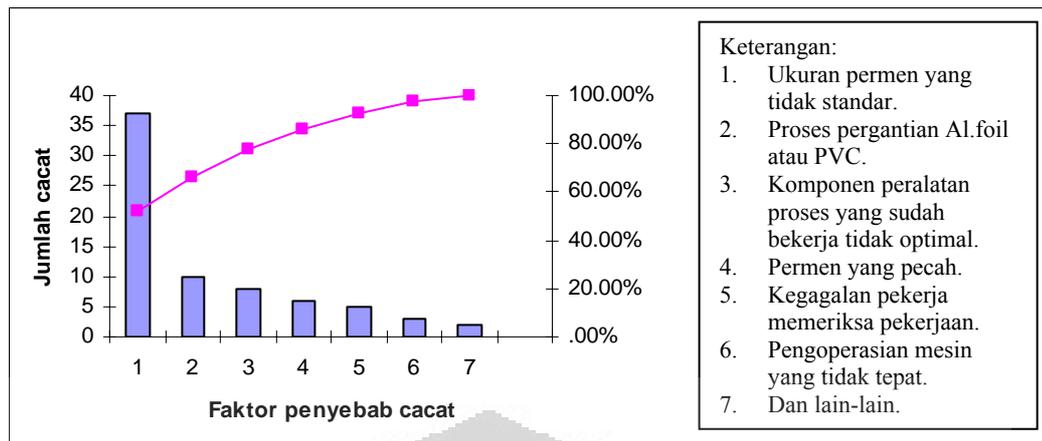
Tabel 3.1 Diagram SIPOC lini proses *packing* permen coklat lapis gula di PT Batman Kencana

No.	Supplier	Input	Proses	Output	Customer
1.	Gudang penyimpanan Al.foil dan PVC	Al. foil & PVC untuk proses <i>packing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • proses <i>product feeding</i> • proses <i>blow forming</i> • proses <i>sealing</i> • proses <i>eye mark</i> • proses <i>embossing</i> • proses <i>cutting</i> • proses sortir 	Produk permen coklat lapis gula berkemasan kacamata bebas cacat yang siap dikarton	Bagian pengkardusan
2.	Bagian ayak permen coklat	Permen coklat yang siap di- <i>packing</i> (sesuai spesifikasi)			

3.2 FASE PENGUKURAN

3.2.1 Identifikasi Variabel Pengukuran

Berdasarkan identifikasi penelitian pada tahap pendefinisian bahwa lini proses yang perlu ditingkatkan kualitas prosesnya adalah lini proses *packing* produk permen coklat, maka selanjutnya data-data yang perlu dikumpulkan adalah data-data output dan data-data proses yang ada di level operasional dalam lini proses tersebut. Data-data yang terkumpul diperoleh dari data historis perusahaan tahun 2007, pengamatan dan wawancara ataupun *brainstorming* yang dilakukan langsung dengan pihak-pihak yang terkait, selama bulan Februari hingga April 2008. Jadi, jelas bahwa variabel kunci yang ingin dikendalikan adalah tingkat cacat yang terjadi pada lini proses *packing*. Dan, berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan terindikasi bahwa terdapat beberapa penyebab cacat yang potensial dalam proses *packing* produk itu, dengan masing-masing persentase kemungkinan yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



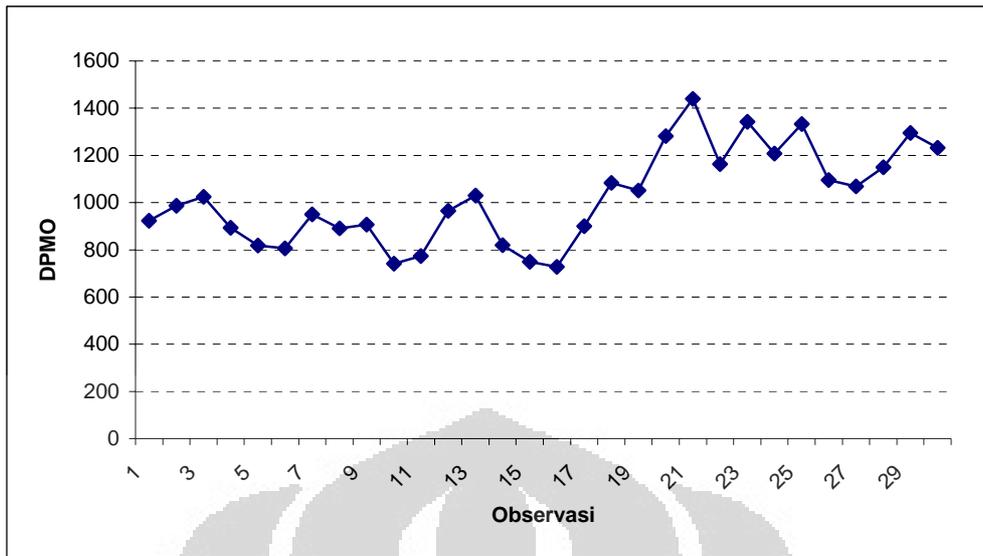
Gambar 3.5 Diagram pareto faktor penyebab cacat potensial
(sumber: telah diolah kembali)

3.2.2 Performa dan Kapabilitas Proses *Packing* Saat Ini

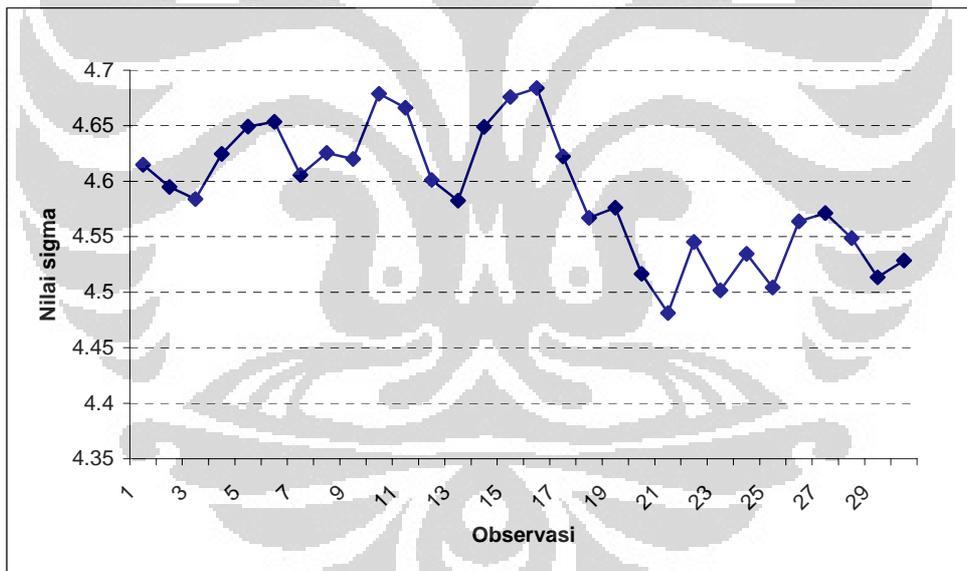
Data-data yang digunakan untuk memperkirakan kapabilitas proses *packing* sekarang ini, bersumber dari data historis perusahaan untuk tahun 2007 (lihat Lampiran 3). Tabel 3.2 di bawah menunjukkan langkah-langkah yang dibutuhkan dalam memperkirakan kapabilitas proses untuk data atribut.

Tabel 3.2 Cara perhitungan dalam memperkirakan kapabilitas proses

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin ketahui?	---	Proses <i>packing</i>
2	Berapa banyak unit produk yang dikerjakan melalui proses?	---	758600
3	Berapa banyak unit produk yang cacat?	---	3500
4	Hitung tingkat cacat berdasarkan unit produk yang cacat!	(langkah 3) : (langkah 2)	0,00461
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat!	Banyaknya karakteristik CTQ	5
6	Hitung peluang tingkat cacat!	(langkah 4) : (langkah 5)	0,000922752
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	(langkah 6) x 1.000.000	922,7524387
8	Konversi DPMO ke dalam nilai sigma	---	4,614884066
9	Buat kesimpulan	---	Kapabilitas proses sebesar 4,61 sigma



Gambar 3.6 Grafik pola DPMO pada proses *packing* PT Batman Kencana
(Sumber: data produksi 2007 yang telah diolah kembali)



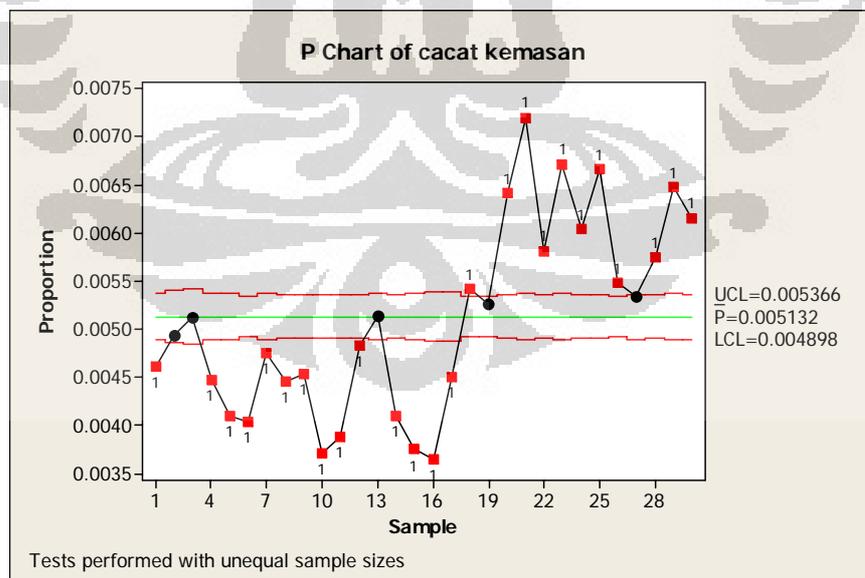
Gambar 3.7 Grafik pola nilai sigma pada proses *packing* PT Batman Kencana
(Sumber: data produksi 2007 yang telah diolah kembali)

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kinerja proses *packing* (produk dengan merek “SMILING”) saat ini berada pada tingkat 4,5 sigma. Selanjutnya berdasarkan konversi nilai sigma ke DPMO (lihat Lampiran 2) menunjukkan bahwa kemampuan proses *packing* sekarang akan menghasilkan 1.350 DPMO.

Akan tetapi, berdasarkan hasil studi lapangan dan wawancara yang dilakukan dengan Bapak Tarsono (20 Februari 2008) terindikasi sesungguhnya tingkat DPMO masih cukup tinggi jika dilakukan penetapan standar kualitas produk yang tinggi. Ada beberapa alasan yang membuat pihak perusahaan belum melakukan inspeksi kualitas produk ini secara ketat:

1. Produk ini merupakan produk yang berorientasi pada *mass production*, dengan harga produk yang relatif murah.
2. Umumnya pangsa pasar (konsumen akhir) dari produk ini adalah anak-anak (berumur 6-12 th.) yang belum terlampau mengerti apa yang dimaksud dengan kualitas, yang terpenting adalah rasanya enak dan bisa dibuat mainan.
3. Berupaya untuk memenuhi target produksi.

Apalagi belakangan ini permintaan pasar akan produk ini meningkat, sehingga kapasitas produksi harus ditingkatkan sementara unit mesin terbatas menyebabkan jadwal pemeliharaan menjadi tidak tentu. Hal tersebut tentunya akan membuat tingkat cacat cenderung meningkat. Peta kendali statistik pada Gambar 3.8 di bawah ini, memperlihatkan adanya proporsi cacat yang berada di luar batasan kendali yang disyaratkan (*out of control*), akibat penurunan kinerja proses yang terindikasi sejak pertengahan tahun 2007.



Gambar 3.8 Peta kendali *p-chart* pada proses *packing* PT Batman Kencana (sumber: data produksi 2007 yang telah diolah kembali)

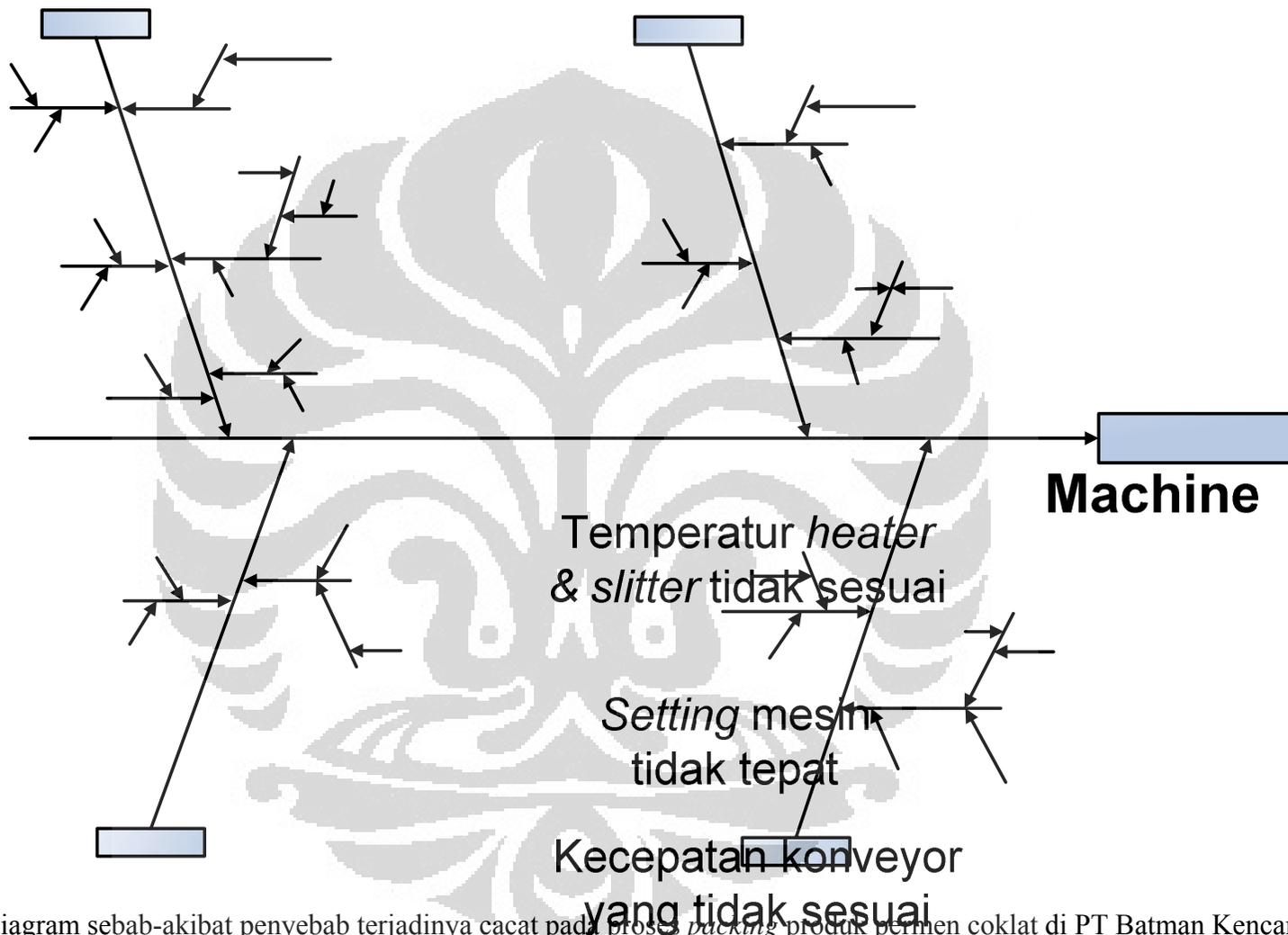
BAB IV

ANALISIS DATA

4.1 FASE ANALISA

Fase ini merupakan fase mencari dan menentukan akar sebab dari suatu masalah. Kemudian, dilakukan *brainstroming* dengan pihak perusahaan untuk mengidentifikasi akar permasalahan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Diagram ini sering disebut juga dengan diagram tulang ikan (*fishbone*) atau ishikawa. Dan, verifikasi akar permasalahan dilakukan untuk memastikan bahwa akar permasalahan yang teridentifikasi benar terjadi dan penyebab atas cacat produk selama proses *packing* permen coklat lapis gula itu berlangsung. Verifikasi dilakukan melalui wawancara dan observasi langsung di lapangan. Adapun hasil *brainstroming* mengelompokkan faktor penyebab utama yang dikaji ke dalam empat faktor, yaitu: manusia (*man*), mesin (*machine*), bahan (*material*), dan metode (*method*), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Berikutnya diagram sebab akibat yang kompleks dilakukan evaluasi dan disederhanakan menjadi diagram *cause failure mode effect* (CFME), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Diagram CFME berguna untuk menginformasikan hasil *brainstroming* modus kesalahan/kegagalan (*failure*) potensial yang terjadi di lini *packing* PT Batman Kencana. Selanjutnya, masing-masing dari modus kesalahan potensial itu melalui suatu perangkat Six Sigma, yang disebut *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dianalisis hingga potensi dampak satu kesalahan itu ditemukan. Setelah sebab dan akibat dipetakan, masing-masing modus kesalahan diberikan pembobotan berdasarkan tiga kategori: keparahan efek (*severity*), kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*), untuk membuat peringkat resiko yang ditimbulkan oleh masing-masing kesalahan/kegagalan. Proses penentuan nilai (pembobotan) *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) dilakukan berdasarkan pengalaman dan observasi di lapangan. Ketiga nilai itu berskala 1 sampai 10 dengan berbagai kriteria yang dijelaskan secara detail pada Tabel 2.6, Tabel 2.7, dan Tabel 2.8.



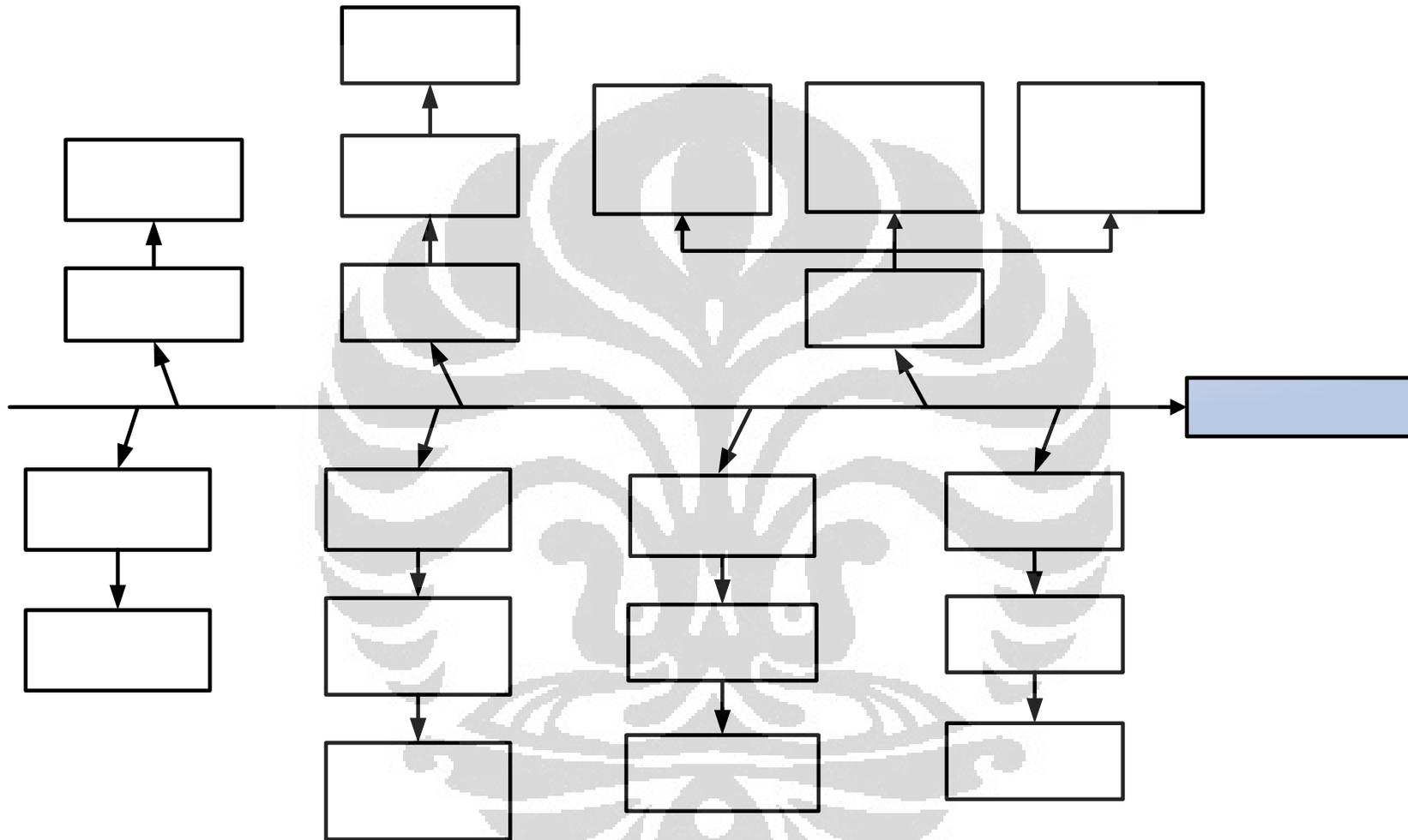
Chiller tidak
dg

Gambar 4.1 Diagram sebab-akibat penyebab terjadinya cacat pada proses *packing* produk permen coklat di PT Batman Kencana

Tersumbat
kotoran

Posisi Al.foil dan PVC
yang tidak tepat

Proses
sealing tidak



Gambar 4.2 Diagram *Cause Failure Mode Effect (CFME)*
Clamping force
 berkurang

Tersu
 yang
 d

Plug
 bekl

Tabel 4.1 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) proses *packing* produk permen coklat lapis gula di PT Batman Kencana

<i>Requirement</i>	<i>Potential Failure Modes</i>	<i>Potential Failure Causes</i>	<i>Potential Failure Effects</i>	<i>Current Process Control</i>	<i>Frequency of Occurrence</i>	<i>Degree of Severity</i>	<i>Chance of Detection</i>	RPN	Rank
Produk yang bebas cacat pada proses <i>packing</i>	Operator tidak kompeten	Tidak ada pelatihan yang terstruktur	Operator tidak mampu mengoperasikan mesin dengan baik ataupun melakukan <i>troubleshooting</i>	<i>One manpower for one machine</i>	7	8	5	280	2
	Bentuk dan ukuran permen tidak standar	Proses sortir produk BS kurang ketat	Banyak permen yang tidak standar lolos	Spesifikasi standar permen	8	8	4	256	3
		Ada ukuran <i>mold</i> mesin pencetak coklat yang tidak sesuai spesifikasi (lebih kecil dari standar)	Memungkinkan satu lubang cetakan plastik PVC diisi oleh dua permen	Dicampur dengan perbandingan 2:1	8	8	5	384	1

Tabel 4.1 FMEA (lanjutan)

<i>Requirement</i>	<i>Potential Failure Modes</i>	<i>Potential Failure Causes</i>	<i>Potential Failure Effects</i>	<i>Current Process Control</i>	<i>Frequency of Occurrence</i>	<i>Degree of Severity</i>	<i>Chance of Detection</i>	RPN	Rank
Produk yang bebas cacat pada proses <i>packing</i>	Bentuk dan ukuran permen tidak standar	Proses pelapisan gula dan pewarnaan dilakukan secara manual pada wadah yang berputar	Lapisan gula dan warna tidak merata, serta ketebalan permen menjadi tidak standar	Inspeksi dilakukan secara visual dan <i>sampling</i>	6	4	7	126	7
	Proses <i>blow forming</i> tidak sempurna	<i>Plug forming</i> bekerja tidak optimal (tidak menyemprot akibat tersumbat kotoran)	Cetakan plastik PVC tidak sempurna sehingga menyebabkan isi permen tidak lengkap	Tidak ada	3	5	10	150	5
	Pendinginan mesin kurang sempurna	Kapasitas <i>chiller</i> dan jumlah mesin tidak sebanding	Panas mesin berlebih sehingga memungkinkan plastik PVC bergelombang (kerut)	Dikembangkan sistem pendinginan dengan sirkulasi air	3	8	4	96	9

Tabel 4.1 FMEA (lanjutan)

<i>Requirement</i>	<i>Potential Failure Modes</i>	<i>Potential Failure Causes</i>	<i>Potential Failure Effects</i>	<i>Current Process Control</i>	<i>Frequency of Occurrence</i>	<i>Degree of Severity</i>	<i>Chance of Detection</i>	RPN	Rank
Produk yang bebas cacat pada proses <i>packing</i>	Proses <i>sealing</i> tidak sempurna	<i>Clamping force</i> berkurang	Permukaan <i>seal</i> tidak sempurna	Suhu <i>sealer</i> disesuaikan	6	5	4	120	8
	Komponen mesin yang mengalami penurunan kinerja	Kesulitan dalam melakukan <i>preventive maintenance</i> secara terjadwal kapasitas produksi meningkat	Tonase mesin tidak sesuai	Perawatan secara berkala	6	8	3	144	6
	Proses <i>product feeding</i> tidak sempurna	Posisi sensor (<i>feed check</i>) yang kurang tepat	Penumpukkan permen berlebih di lini pengisian yang memungkinkan permen pecah	Frekuensi getaran vibrator dkecilkan	6	7	5	210	4

Berdasarkan Tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (Tabel 4.1) menunjukkan bahwa modus kesalahan yang memiliki nilai resiko tertinggi, atau dengan kata lain paling berpotensi menyebabkan terjadinya cacat pada proses *packing*, adalah bentuk dan ukuran permen yang tidak standar disebabkan oleh adanya ukuran *mold* mesin pencetak coklat yang tidak sesuai spesifikasi (lebih kecil dari standar) dengan nilai RPN sebesar 384. Modus kesalahan itu berpotensi untuk memberikan dampak satu lubang cetakan PVC diisi oleh dua permen sehingga ketika mengalami proses *sealing*, permen akan pecah dan merusak kemasan. Dari keseluruhan hasil analisis FMEA memperlihatkan bahwa faktor material (dalam hal ini ukuran permen coklat yang tidak standar) dan faktor *human error* menjadi faktor kunci penyebab cacat proses *packing*. Oleh karena itu, perbaikan atau peningkatan kualitas terhadap kedua faktor tersebut menjadi prioritas utama yang harus segera mungkin dilakukan.

4.2 FASE PERBAIKAN

Akar permasalahan yang terjadi di lini *packing* permen coklat PT Batman Kencana tidak dapat dilakukan intervensi kecuali saran dan usulan, karena sifat hubungan kemitraan yang tidak mengikat. Usulan perbaikan yang diajukan beserta penanggung jawab dalam implementasinya ditunjukkan pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Perancangan solusi dan penanggung jawab implementasi

<i>Rank</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Actionable Cause</i>	<i>Design Action(s)/Potential Solution(s)</i>	<i>Responsibility</i>
1	Bentuk dan ukuran permen tidak standar	Ada ukuran <i>mold</i> mesin pencetak coklat yang tidak sesuai spesifikasi (lebih kecil dari standar)	Lakukan studi ekonomi teknik (<i>cost analysis</i>) sebagai upaya pertimbangan tetap mempertahankan mesin itu, atau tidak	<i>Project team</i>
2	Operator tidak kompeten	Tidak ada pelatihan yang terstruktur	Memberikan pelatihan secara periodik kepada operator untuk meningkatkan keahlian	<i>HRD staff</i>

<i>Rank</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Actionable Cause</i>	<i>Design Action(s)/Potential Solution(s)</i>	<i>Responsibility</i>
3	Bentuk dan ukuran permen tidak standar	Proses sortir produk BS kurang ketat	Tingkatkan inspeksi kualitas dan lakukan pengukuran sampel	<i>Production (QC) staff</i>
4	Proses <i>product feeding</i> tidak sempurna	Posisi sensor (<i>feed check</i>) yang kurang tepat	<i>Trial and error</i> posisi sensor yang paling tepat	<i>Engineering staff</i>
5	Proses <i>blow forming</i> tidak sempurna	<i>Plug forming</i> bekerja tidak optimal (tidak menyemprot akibat tersumbat kotoran)	Gunakan <i>Air Service Unit</i> yang dilengkapi filter	<i>Engineering staff</i>
6	Komponen mesin yang mengalami penurunan kinerja	Kesulitan dalam melakukan <i>preventive maintenance</i> secara rutin akibat kapasitas produksi meningkat	Perawatan periodik lebih ditingkatkan	<i>Engineering staff</i>
			Lakukan analisa jumlah mesin baru yang perlu ditambahkan	<i>Project team</i>
7	Bentuk dan ukuran permen tidak standar	Proses pelapisan gula dan pewarnaan dilakukan secara manual pada wadah yang berputar	Lakukan <i>benchmarking</i> untuk menerapkan <i>spray gun</i>	<i>Engineering staff</i>
			Tingkatkan inspeksi kualitas dan lakukan pengukuran sampel	<i>Production (QC) staff</i>
8	Proses <i>sealing</i> tidak sempurna	<i>Clamping force</i> berkurang	Analisa pemakaian efektifnya Buat jadwal pemeliharaan secara terencana	<i>Engineering staff</i>
9	Pendinginan mesin kurang sempurna	Kapasitas <i>chiller</i> dan jumlah mesin tidak sebanding	<i>Trial and error</i> sistem pendinginan dengan sirkulasi air	<i>Engineering staff</i>

Secara ideal, implementasi solusi diprioritaskan untuk modus kecacatan yang paling kritis (mempunyai nilai peringkat terkecil). Namun, pada kenyataannya

pelaksanaan *improvement* dapat didahulukan mana kiranya yang dapat segera mungkin untuk diterapkan/diujicobakan.

4.3 FASE PENGENDALIAN

Fase kontrol atau tahap pengendalian adalah tahap yang bertujuan untuk terus mengevaluasi dan memonitor hasil-hasil dari tahapan sebelumnya atau hasil implementasi yang telah dilakukan pada fase *improve*. Tahap ini juga bertujuan untuk memastikan bahwa kondisi yang sudah diperbaiki dapat berlangsung terus menerus atau berkesinambungan, dan tidak berjalan dalam waktu yang singkat saja. Fase ini dapat dilakukan dengan membuat diagram kontrol (*control chart*) dan pengukuran kinerja proses (*process capability*) yang dijadwalkan secara periodik (mingguan atau bulanan).

Selain itu, dokumentasi atas data sangat penting dilakukan untuk memudahkan analisa atas permasalahan yang terjadi serta mengidentifikasi peluang *improvement* di setiap titik. Terdapat tiga usulan dokumentasi yang diajukan:

1. Dokumentasi mengenai *checklist routine maintenance*. Hal ini perlu dilakukan agar dapat dianalisa lebih jauh mengenai pemakaian efektif *spare part*, dan penjadwalan *preventive maintenance* secara periodik dapat dilakukan secara tepat.
2. Dokumentasi mengenai *checklist setting* parameter mesin. Dokumentasi ini penting untuk menstandarkan pengoperasian mesin, sehingga kesalahan operator dapat diminimalisasi.
3. Dokumentasi mengenai cacat detail yang timbul. Hal ini perlu dilakukan agar dapat menelusuri akar penyebab cacat yang terjadi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, nilai sigma untuk proses *packing* saat ini adalah sebesar 4,5-sigma. Akan tetapi, penurunan kinerja proses terindikasi sejak pertengahan tahun 2007, yang diperjelas dengan bantuan peta kendali (*statistical process control*) terlihat adanya proporsi cacat yang berada di luar batasan kendali yang disyaratkan (*out of control*). Adapun dari hasil analisis terhadap penyebab-penyebab cacat yang mungkin terjadi pada lini proses *packing* permen coklat, ditemukan 9 penyebab cacat yang potensial (diurutkan menurut tingkat prioritas penanganan sesegera mungkin) sebagai berikut:

1. Ada ukuran *mold* mesin pencetak coklat yang tidak sesuai spesifikasi (lebih kecil dari standar).
2. Tidak ada pelatihan yang terstruktur.
3. Proses sortir permen BS kurang ketat.
4. Posisi sensor (*feed check*) yang kurang tepat.
5. *Plug forming* bekerja tidak optimal (tidak menyemprot sempurna akibat adanya uap air dan oli yang tercampur dengan udara bertekanan).
6. Kesulitan dalam melakukan *preventive maintenance* secara terjadwal akibat kapasitas produksi meningkat.
7. Proses pelapisan gula dan pewarnaan dilakukan secara manual pada wadah yang berputar.
8. *Clamping force* pada *sealer* berkurang.
9. Kapasitas *chiller* dan jumlah mesin tidak sebanding.

Dapat disimpulkan bahwa pembenahan terhadap faktor material (dalam hal ini ukuran permen coklat yang tidak standar) dan faktor *human error* menjadi solusi kunci dalam mengurangi cacat *packing* yang terjadi.

5.2 SARAN

Adapun, usulan-usulan perbaikan yang diajukan, antara lain:

1. Lakukan studi *cost analysis* sebagai upaya pertimbangan tetap mempertahankan mesin *molding* itu, atau tidak.
2. Memberikan pelatihan secara periodik kepada operator untuk meningkatkan keahlian.
3. Tingkatkan inspeksi kualitas dan lakukan pengukuran sampel permen coklat.
4. *Trial and error* posisi *feed sensor* yang paling tepat.
5. Gunakan *air service unit* yang dilengkapi filter.
6. Perawatan periodik lebih ditingkatkan.
7. Lakukan analisa jumlah mesin baru yang perlu ditambahkan.
8. Lakukan *benchmarking* untuk menerapkan *spray gun* pada proses pelapisan gula dan pewarnaan.
9. Lakukan analisa pemakaian efektif dari *clamp* pada proses *sealing*.
10. *Trial and error* sistem pendinginan dengan sirkulasi air.

Pelaksanaan *improvement* ini harus dimonitor, agar kejadian yang sama tidak terulang kembali. Fase kontrol dapat dilakukan dengan membuat diagram kontrol (*control chart*) dan pengukuran kinerja proses (*process capability*) yang dijadwalkan secara periodik (mingguan atau bulanan). Selain itu, dokumentasi atas data sangat penting dilakukan untuk memudahkan analisa atas permasalahan yang terjadi serta mengidentifikasi peluang *improvement* di setiap titik.

DAFTAR PUSTAKA

- Besterfield, D.H., *Total Quality Management, Third Edition* (New Jersey: Pearson Prentice Hall, 1995).
- Chase, Richard B., et.al., *Operations Management For Competitive Advantage, Tenth Edition* (New York: McGraw Hill, 2004).
- Gaspersz, Vincent, *Total Quality Management* (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2005).
- Gaspersz, Vincent, *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries* (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2007).
- Gryna, F.M., *Quality Planning and Analysis, from Product Development Through Use* (New York: McGraw Hill, 2001).
- Hendrardi, C.T., *Statistik Six Sigma dengan Minitab; Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas* (Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2006).
- Knowles, G., et.al., "Medicated Sweet Variability: A Six Sigma Application at a UK Food Manufacturer," *The TQM Magazine*, 16(4) 2004: hal. 284-292, Diakses 13 November 2007 dari Proquest.
- Montgomery, Douglas C., *Design and Analysis of Experiments, Sixth Edition* (New York: John Wiley & Sons, Inc. 2005).
- Rao, A., et.al., *Total Quality Management: A Cross Functional Perspective* (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996).
- Sugiano, Syahu, *Kamus Manajemen Mutu* (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2006).
- Thomas A. Little Consulting, *Participant Guide: Failure Mode & Effect Analysis, Course Material* (Brentwood, CA: TLC, 2003).
- Wijaya, J., "Analisis Resiko Kegagalan Sistem dan Desain pada Produk *Multi Purpose Stretcher* (MPS) di PT Mega Andalan Kalasan dengan Pendekatan *Acceptance Criteria of Risk*," Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Industri 3 (September, 2007), hal. 516 – 523.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian pada Proses *Packing* di PT Batman Kencana



Foto 1. Mesin *packing* produk permen coklat (merek “SMILING“)



Foto 2. Lini proses *packing* untuk produk permen coklat (merek “SMILING“)

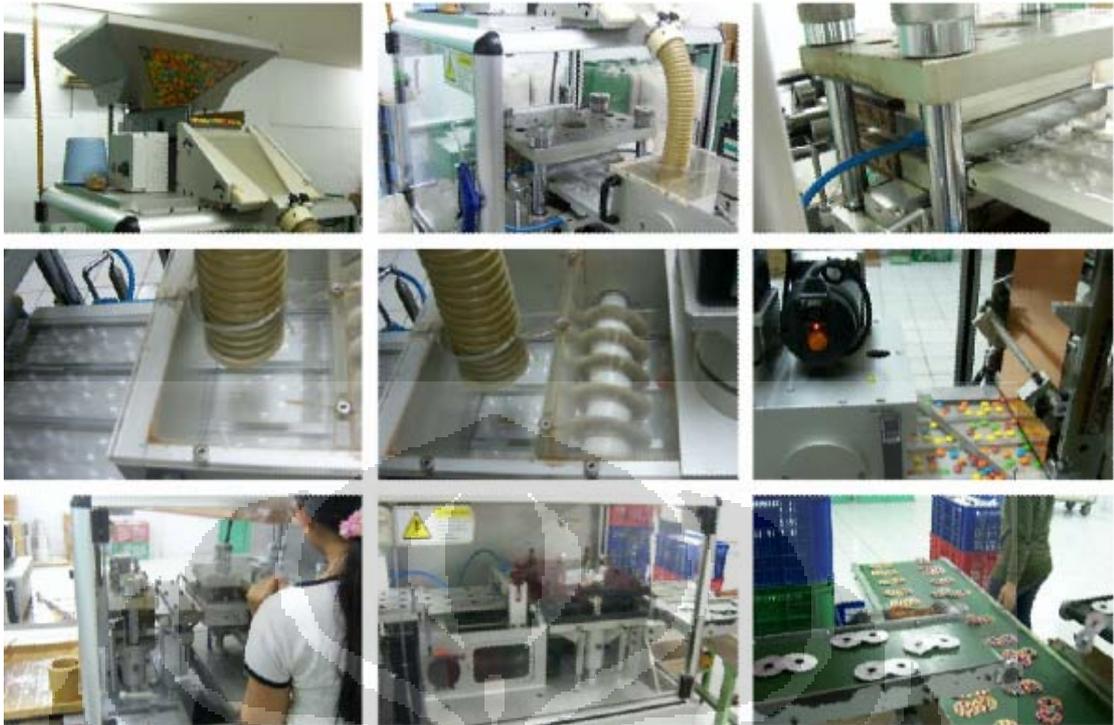


Foto 3. Sub-proses *packing* untuk produk permen coklat (merek “SMILING“)



Foto 4. Bentuk dan ukuran permen coklat yang sesuai dengan standar



Foto 5. Berbagai bentuk dan ukuran permen coklat yang tidak standar



Foto 6. Plastik PVC yang sesuai dengan spesifikasi estándar



Foto 7. Aluminum foil yang sesuai spesifikasi standar



Foto 8. Bentuk standar cetakan plastik PVC



Foto 9. Berbagai gambaran cacat yang mungkin terjadi pada proses *packing* permen coklat di PT Batman Kencana



Foto 10. Proses sortir permen coklat, yang dilakukan sebelum proses *packing*



Foto 11. Proses *cartoning* produk yang siap dijual

Lampiran 2. Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan *Motorola's Six Sigma Process (Normal Distribution Shifted 1,5-sigma)*

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	1,90	344.578	3,80	10.724	5,70	13
0,05	926.471	1,95	326.355	3,85	9.387	5,75	11
0,10	919.243	2,00	308.537	3,90	8.198	5,80	9
0,15	911.492	2,05	291.160	3,95	7.143	5,85	7
0,20	903.199	2,10	274.253	4,00	6.210	5,90	5
0,25	894.350	2,15	257.846	4,05	5.386	5,95	4
0,30	884.930	2,20	241.964	4,10	4.661	6,00	3
0,35	874.928	2,25	226.627	4,15	4.024	Catatan: Tabel ini mencakup pergeseran 1,5-sigma untuk semua nilai z	
0,40	864.334	2,30	211.856	4,20	3.467		
0,45	853.141	2,35	197.663	4,25	2.980		
0,50	841.345	2,40	184.060	4,30	2.555		
0,55	828.944	2,45	171.056	4,35	2.186		
0,60	815.940	2,50	158.655	4,40	1.866		
0,65	802.338	2,55	146.859	4,45	1.589		
0,70	788.145	2,60	135.666	4,50	1.350		
0,75	773.373	2,65	125.072	4,55	1.144		
0,80	758.036	2,70	115.070	4,60	968		
0,85	742.154	2,75	105.650	4,65	816		
0,90	724.253	2,80	96.800	4,70	687		
0,95	291.160	2,85	88.508	4,75	577		
1,00	308.537	2,90	80.757	4,80	483		
1,05	326.355	2,95	73.529	4,85	404		
1,10	344.578	3,00	66.807	4,90	337		
1,15	363.169	3,05	60.571	4,95	280		
1,20	382.088	3,10	54.799	5,00	233		
1,25	401.294	3,15	49.471	5,05	193		
1,30	420.740	3,20	44.565	5,10	159		
1,35	440.382	3,25	40.059	5,15	131		
1,40	460.172	3,30	35.930	5,20	108		
1,45	480.061	3,35	32.157	5,25	89		
1,50	500.000	3,40	28.717	5,30	72		
1,55	480.061	3,45	25.588	5,35	59		
1,60	460.172	3,50	22.750	5,40	48		
1,65	440.382	3,55	20.182	5,45	39		
1,70	420.740	3,60	17.865	5,50	32		
1,75	401.294	3,65	15.778	5,55	26		
1,80	382.088	3,70	13.904	5,60	21		
1,85	363.169	3,75	12.225	5,65	17		

Sumber: M. Harry & R. Schroeder. (2000). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporation*. New York: Random House, Inc..

Lampiran 3. Tabel Kapabilitas Proses *Packing* di PT Batman Kencana

Observasi	Tanggal	Jumlah produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	DPMO	Nilai sigma
1	3/1/2007	758600	3500	922,752439	4,614884066
2	15/1/2007	638700	3150	986,378581	4,594778812
3	5/2/2007	546500	2800	1024,70265	4,583891292
4	25/2/2007	783600	3500	893,312915	4,62456812
5	7/3/2007	770300	3150	817,86317	4,649387115
6	15/3/2007	1041400	4200	806,606491	4,653640895
7	29/3/2007	810100	3850	950,499938	4,605756599
8	2/4/2007	864800	3850	890,379278	4,625533132
9	18/4/2007	866300	3930	907,306938	4,619964823
10	30/4/2007	849700	3150	741,438155	4,67889994
11	5/5/2007	904000	3500	774,336283	4,666148727
12	14/5/2007	870500	4200	964,962665	4,600999123
13	28/5/2007	748000	3850	1029,41176	4,582553476
14	1/6/2007	854400	3500	819,28839	4,648918293
15	13/6/2007	747200	2800	749,464668	4,675788888
16	25/6/2007	673000	2450	728,08321	4,684076275
17	4/7/2007	666600	3000	900,090009	4,622338813
18	10/7/2007	1014600	5500	1084,1711	4,566996846
19	24/7/2007	979500	5150	1051,55692	4,57626224
20	3/8/2007	928000	5950	1282,32759	4,516425343
21	10/8/2007	805900	5800	1439,38454	4,481300306
22	28/8/2007	885400	5150	1163,31602	4,545311647
23	3/9/2007	781800	5250	1343,05449	4,501685803
24	15/9/2007	877800	5300	1207,56437	4,534571756
25	26/9/2007	922700	6150	1333,04433	4,504115455
26	3/10/2007	1004000	5500	1095,61753	4,56374502
27	25/10/2007	841600	4500	1069,39163	4,571195558
28	15/11/2007	957100	5500	1149,30519	4,548712332
29	1/12/2007	787600	5100	1295,07364	4,51333164
30	29/12/2007	836200	5150	1231,76274	4,528698365

Sumber: Data produksi tahun 2007 (telah diolah kembali).