

**PENERAPAN *DMAI SIX SIGMA* UNTUK MENINGKATKAN  
KUALITAS PROSES *PACKAGING* SEMEN**

**(Studi Kasus: PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.)**

**SKRIPSI  
TEKNIK INDUSTRI  
KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**ARIF ROHMAN SYAMSIAR  
NIM 125060701111053**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2016**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam berikut rasa syukur yang selalu dipanjatkan penulis kepada-Nya, karena berkat segala petunjuk, bantuan dan kemudahan diberikan penulis dapat menyelesaikan penelitian yang dilaksanakan di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. dengan tugas akhir yang berjudul **“Penerapan DMAI Six Sigma Untuk Meningkatkan Kualitas Proses Packaging Semen”** dengan studi kasus pabrik Tuban IV.

Pelaksanaan penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) yang harus ditempuh oleh seluruh mahasiswa Universitas Brawijaya, Malang. Oleh karena itu, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan serta membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini:

1. Allah SWT, yang telah memberikan petunjuk beserta kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. beserta tugas akhir ini.
2. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
3. Bapak Arif Rahman, ST., MT, selaku Sekertaris Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
4. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan arahan, motivasi, masukan, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
5. Ibu Dwi Hadi Sulistyarini, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan arahan, motivasi, masukan, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas motivasi dan masukan, ilmu serta bimbingan selama masa studi penulis.
7. Bapak Choliq Saifullah, SE., selaku Pembimbing Lapangan dalam pelaksanaan penelitian pada Seksi Perencanaan Persediaan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. atas kesediaannya dalam membimbing, mengarahkan dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Seluruh karyawan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. yang telah banyak membantu penulis selama pelaksanaan penelitian.
9. Orang tuaku yang aku cintai, Bapak Agung Purnomo dan Ibu Ika Ruminingsih atas doa-doa yang tidak pernah berhenti, target, motivasi beserta dukungan yang secara penuh diberikan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini.
10. Seluruh Keluarga tercinta yang telah banyak memberikan doa serta semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Bapak dan Ibu dosen Pengajar di Jurusan Teknik Industri dan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan kepada penulis.
12. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan, Adelia Rindayu dan Annisa Rusydiana maupun dari Universitas lainnya yang melaksanakan kegiatan penelitian di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.
13. Keluarga saya di Himpunan Mahasiswa Ronggolawe Brawijaya yang selalu memberikan dukungan agar tugas akhir ini segera selesai.
14. Teman-teman dari POLINEMA yang membantu dalam menganalisa permasalahan pada mesin *packer*.
15. Teman-teman saya, tempat berkeluh kesah.
16. Teman-teman angkatan 2012 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, yang telah berjuang bersama dan saling memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
17. Serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan memberikan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun sebagai motivasi guna pengembangan diri menjadi yang lebih baik. Semoga hasil penelitian dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Asumsi-asumsi.....	5
1.6 Tujuan Penelitian.....	5
1.7 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Definisi Kualitas.....	9
2.3 Pengendalian Kualitas.....	10
2.3.1 Pengertian Pengendalian Kualitas.....	10
2.3.2 Tujuan Pengendalian Kualitas.....	10
2.3.3 Perspektif Pengendalian Kualitas.....	10
2.4 Six Sigma.....	11
2.4.1 Konsep <i>Six Sigma</i> .....	11
2.4.2 Manfaat <i>Six Sigma</i> .....	12
2.5 Kapabilitas Proses.....	13
2.6 Tahap-tahap Pengendalian Kualitas <i>Six Sigma</i> DMAIC.....	14
2.6.1 Tahap <i>Define</i> .....	14
2.6.2 Tahap <i>Measure</i> .....	15
2.6.3 Tahap <i>Analyze</i> .....	16

2.6.4 Tahap <i>Improve</i> .....	16
2.6.5 Tahap <i>Control</i> .....	17
2.7 Pengendalian Proses Statistik.....	17
2.7.1 Diagram <i>Pareto</i> .....	17
2.7.2 Peta Kontrol Atribut.....	18
2.7.3 Peta Kontrol Variabel.....	19
2.7.3.1 Peta Kendali Rata-rata.....	19
2.7.3.2 Peta Kendali Jarak.....	20
2.7.4 Diagram Sebab Akibat.....	20
2.7.5 <i>Check Sheet</i> .....	21
2.8 <i>Critical to Quality</i> .....	22
2.9 Failure Mode and Effect Analysis .....	23
2.10 Definisi Perawatan .....	24
2.10.1 Perawatan Kerusakan ( <i>Breakdown Maintenance</i> ).....	25
2.10.2 Perawatan Perbaikan ( <i>Corrective Maintenance</i> ) .....	25
2.10.3 Perawatan Pencegahan ( <i>Preventive Maintenance</i> ).....	25
2.10.4 Perawatan Terjadwal ( <i>Scheduled Maintenance</i> ) .....	26
2.10.5 Perawatan Prediktif .....	26

**BAB III METODE PENELITIAN .....** 27

3.1 Jenis Penelitian.....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.3 Pengumpulan Data .....	27
3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan .....	29
3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran .....	30
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	30

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....** 33

4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	33
4.1.1 Sejarah Perusahaan .....	33
4.1.2 Lokasi Perusahaan .....	34
4.1.3 Struktur dan Organisasi Perusahaan .....	34



4.1.4	Visi dan Misi Perusahaan .....	36
4.1.5	Anak Perusahaan.....	36
4.1.6	Proses Produksi Semen .....	38
4.2	Proses <i>Packaging</i> .....	41
4.3	DMAI <i>Six Sigma</i> .....	43
4.4	<i>Define</i> .....	43
4.4.1	Objek Penelitian.....	43
4.4.2	<i>Critical to Quality</i> Kantong Semen .....	44
4.4.3	Analiaian <i>Pareto</i> .....	45
4.5	<i>Measure</i> .....	47
4.5.1	Pengumpulan Data, Perhitungan DPMO dan Level <i>Sigma</i> .....	47
4.5.2	Peta Kendali Atribut Untuk Jumlah Kantong Sobek .....	49
4.5.3	Peta Kendali Variabel Untuk Berat Semen Perkantong.....	51
4.5.4	Perhitungan Kapabilitas Proses .....	53
4.6	<i>Analyze</i> .....	55
4.6.1	Mengidentifikasi Penyebab <i>Defect</i> dengan Diagram <i>Ishikawa</i> .....	55
4.6.2	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	57
4.7	<i>Improve</i> .....	65
4.7.1	Rekomendasi Perbaikan Untuk Permasalahan Berat Semen.....	65
4.7.2	Rekomendasi Perbaikan Untuk Jumlah Kantong Sobek .....	70
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		75
<b>LAMPIRAN 1</b> .....		77
<b>LAMPIRAN 2</b> .....		78
<b>LAMPIRAN 3</b> .....		82



Halaman ini sengaja dikosongkan.



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Nilai Berat Kantong Semen.....	2
Tabel 1.2 Presentase Kantong Pecah.....	3
Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Penelitian Saat Ini .....	9
Tabel 2.2 Konversi Nilai <i>Yield</i> Ke DPMO .....	12
Tabel 2.3 Langkah Perhitungan DPMO ke Level <i>Sigma</i> .....	16
Tabel 2.4 Nilai $A_2, A_3, D_2, D_3, D_4, B_3, B_4$ .....	20
Tabel 2.5 Contoh <i>Ranking</i> dan Kriteria <i>Saverity</i> .....	23
Tabel 2.6 Contoh <i>Occurance</i> .....	26
Tabel 2.7 Contoh <i>Detection</i> .....	27
Tabel 4.1 <i>Defect</i> Kantong Pada Bulan Januari.....	45
Tabel 4.2 Prosentase Nilai Kumulatif Pada Cacat Kantong.....	46
Tabel 4.3 Data <i>Release</i> dan Jumlah Kantong Pecah Bulan Januari 2016 .....	47
Tabel 4.4 Data Berat Semen Bulan Januari 2016.....	48
Tabel 4.5 Nilai Proporsi CL, UCL, dan LCL.....	50
Tabel 4.6 Data Peta Kendali Variabel .....	51
Tabel 4.7 Penentuan Kriteria <i>Saverity</i> .....	58
Tabel 4.8 Penentuan Kriteria <i>Occurance</i> .....	59
Tabel 4.9 Penentuan Kriteria <i>Detection</i> .....	59
Tabel 4.10 Analisis FMEA Pada Berat Semen Yang Tidak Sesuai .....	61
Tabel 4.11 Analisis FMEA Jumlah Kantong Sobek .....	62
Tabel 4.12 Hasil Analisis FMEA .....	63
Tabel 4.13 Rekomendasi Perbaikan Untuk Permasalahan Berat Semen.....	65
Tabel 4.14 Kode, dan Nama Komponen Pada Sistem Pengisian <i>Packer Machine</i> .....	66
Tabel 4.15 Rekomendasi Perbaikan Untuk Cacat Jenis Kantong Semen.....	70



Halaman ini sengaja dikosongkan.



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Diagram <i>Pareto</i> .....	18
Gambar 2.2 Contoh Diagram Sebab Akibat.....	21
Gambar 2.3 Contoh <i>Check Sheet</i> .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Semen Indonesia.....	35
Gambar 4.2 Logo Semen Padang.....	36
Gambar 4.3 Logo Semen Gresik.....	37
Gambar 4.4 Logo Semen Tonasa.....	37
Gambar 4.5 Logo Than Long Cement.....	37
Gambar 4.6 Proses Produksi Semen.....	39
Gambar 4.7 Proses <i>Packaging</i> Semen.....	41
Gambar 4.8 Diagram <i>Pareto</i> Cacat Semen.....	46
Gambar 4.9 Peta Kendali Proporsi.....	50
Gambar 4.10 Peta Kendali Rata-rata ( <i>X-bar</i> ).....	53
Gambar 4.11 Peta Kendali Jarak ( <i>R</i> ).....	53
Gambar 4.12 Sebaran Data.....	54
Gambar 4.13 <i>Fishbone</i> Diagram.....	55
Gambar 4.14 <i>Conveyor</i> Yang Bergerak Menurun.....	64
Gambar 4.18 Kondisi Pada Belt-To dan BT.....	64
Gambar 4.19 Komponen Pengisian Semen.....	66
Gambar 4.20 Flang ( <i>Ring to Join</i> ).....	68
Gambar 4.21 <i>Check Sheet</i> Proses Pengisian Semen.....	69
Gambar 4.22 Perbaikan untuk Kondisi Semen yang Berguling.....	71
Gambar 4.23 Perbaikan Pada BT.....	71

Halaman ini sengaja dikosongkan.



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta Kendali P.....	77
Lampiran 3.	Peta Kendali X-bar.....	78
Lampiran 5.	Peta Kendali Jarak (R).....	82



Halaman ini sengaja dikosongkan.



## RINGKASAN

**Arif Rohman Syamsiar**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2016, *Penerapan DMAI Six Sigma Untuk Meningkatkan Kualitas Proses Packaging Semen* Dosen Pembimbing: Oyong Novareza dan Dwi Hadi Sulistyarini.

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. merupakan salah satu Badan Usaha Milik (BUMN) dengan pangsa pasar nasional mencapai 42%. Persaingan untuk menarik minat konsumen mengharuskan perusahaan membuat produk dan yang berkualitas. Perusahaan memiliki 4 *plan* produksi di daerah Tuban dengan plan produksi yang baru yaitu *plan* Tuban IV. Proses *Packaging* merupakan tahapan akhir dari proses produksi semen sebelum di-*release* ke konsumen. Permasalahan yang terjadi pada proses *packaging* yaitu jumlah kantong yang sobek dan berat semen yang tidak sesuai dengan batasan perusahaan.

Dalam penelitian ini digunakan metode DMAI (*define, measure, analyze, improve*) dengan hasil berupa saran yang diberikan kepada perusahaan untuk mencapai target *six sigma*. Pada tahap *define* langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi *critical to quality* pada produk kantong semen lalu dianalisa menggunakan diagram pareto untuk mengetahui faktor apa yang secara signifikan mempengaruhi kualitas dari kantong. Pada tahap *measure* dilakukan perhitungan *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO) untuk mengetahui berapa level *sigma* dari kantong maupun berat semen lalu data yang telah terkumpul diolah dan di-*plot* kedalam peta kendali *proporsi* untuk data atribut (data kantong) lalu peta kendali rata-rata (X-bar) dan jarak (R) untuk data variabel (data berat semen) dan selanjutnya dilakukan perhitungan kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses sudah berjalan dengan baik atau belum. Pada tahap *analyze* digunakan analisa dengan menggunakan diagram sebab akibat dengan mempertimbangkan hasil dari peta kendali yang selanjutnya menjadi *input* untuk melakukan analisa dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Sedangkan pada tahap *improve* diberikan saran yang sesuai dari hasil analisa FMEA agar dapat memperkecil nilai DPMO dan meningkatkan nilai sigma.

Dari hasil metode DMAI didapatkan nilai DPMO yaitu sebesar 1668 untuk jumlah kantong sobek dengan level sigma mencapai 4,43. Sedangkan untuk permasalahan berat semen yang keluar dari batasan perusahaan, didapatkan nilai DPMO sebesar 405.914 dengan level sigma mencapai 1,73. Untuk meningkatkan nilai sigma pada kantong semen, diberikan saran dengan menambahkan *gate* pada konveyor dengan lintasan menurun dan memberikan pembatas pada lintasan tegak lurus. Sedangkan untuk permasalahan pada berat semen diberikan saran dengan melakukan pemasangan komponen yang sesuai dan melakukan preventif *maintenance* dengan melakukan pemeriksaan berkala khususnya pada mesin *packer* agar nilai DPMO dapat diperkecil dan memperbesar nilai level sigma

Kata Kunci: DMAI, *Critical to Quality*, *Defect per Milion Opportunities* (DPMO), Level *Sigma*, Peta Kendali, Kapabilitas Proses, Diagram Sebab Akibat, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Halaman ini sengaja dikosongkan



## SUMMARY

**Arif Rohman Syamsiar**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2016, *DMAI Six Sigma Application To Improve Quality of Packaging Cement Process*. Advisors: Oyong Novareza and Dwi Hadi Sulistyarini.

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk is one of the state owner corporation, which has 42 % market segment in Indonesia. The company eager to create the best quality of product to get consumer satisfaction. It has four of production plans in Tuban city which, one the new production plan is Tuban IV. Packaging is the last process of cement production before the product were released to consumer. There were two problem in cement packaging processes, they were bag defect quantity and cement weight per-bag was out of company standardization.

This research used DMAI (define, measure, analyze, and improve) method. It hope give result the solution to the PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. to improve its system and reach target of six sigma. In define phase, the first step should be done is identify critical to quality (CTQ) at cement bag product and then analyze the CTQ with pareto chart to known the most significant factor caused the quality of bag. In measure phase the first step is calculating DPMO (defect per million opportunities) to know the value of sigma level of bag and cement weight, then collected data is processed and plot at the proportion control chart (p-chart) for attribute data and for variable data used mean control chart (X-bar chart) and range control chart (R chart) and finally calculate value of capability process to know the process has good capability or not. In analyze phase using cause and effect diagram by considered the result control chart that would be an input to analyze the problem with FMEA (failure mode and improve analysis). In improve phase, gives solution based on FMEA result in order to decrease the value of DPMO and increase the level of sigma.

The result of DMAI method show that value of bag DPMO was 1668 with level of sigma was 4,43, than value of cement weight per bag DPMO was 405.914 with level of sigma was 1,73. To increase sigma level of cement bag the solution is gives the gate to dive conveyor and create boundaries to cross conveyor line. Than to increase sigma level of cement weight per bag gives solution by good paired the component of machine and doing the preventive maintenance especially at packer machine.

**Keywords:** DMAI, Critical to Quality, Defect per Million Opportunities (DPMO), Level of Sigma, Control Chart, Capability Process, Cause and Effect Diagram, Failure Mode and Effect Analysis.



Halaman ini sengaja dikosongkan



# BAB I

## PENDAHULUAN

Dalam suatu penelitian diperlukan penjelasan mengenai latar belakang mengapa permasalahan perlu untuk diteliti. Selain itu juga dengan melakukan identifikasi masalah dan rumusan masalah. Penentuan batasan masalah dan asumsi-asumsi yang akan digunakan serta tujuan penelitian dan manfaat penelitian yang akan dibahas dalam penelitian ini.

### 1.1 LATAR BELAKANG

Hanya yang kuat yang mampu bertahan, seperti itulah kata yang tepat untuk menggambarkan persaingan dunia industri yang ada di era modern saat ini. Perusahaan akan selalu dituntut untuk memenuhi kebutuhan baik dari segi kuantitas dari segi proses maupun kualitas terbaik dari produk yang dihasilkan. Seluruh produk yang dihasilkan haruslah menjadi produk yang mampu bersaing agar bisa bertahan pada ketatnya persaingan yang ada. Kualitas menjadi unsur utama yang paling penting untuk memenuhi kepuasan dari pelanggan. Kualitas tidak hanya diukur dari segi produk yang dihasilkan, tapi juga didapat dari proses yang dijalankan oleh perusahaan baik itu proses masuknya bahan baku dari *supplier*, hingga proses pendistribusian produk kepada konsumen. Oleh karena itu untuk memberikan kepuasan bagi konsumen salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan menghasilkan produk yang memiliki nilai *defect* minimum dan menerapkan proses manufaktur yang berkualitas. Menurut Garvin (2006), definisi kualitas berdasarkan manufaktur adalah barang yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan (berat, ukuran, dst).

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. merupakan perusahaan yang memiliki pengaruh yang besar dalam pembangunan infrastruktur negara seperti gedung-gedung, jembatan, jalan raya, proyek bendungan hingga bangunan lepas pantai untuk proyek pengeboran minyak. Perusahaan semen terkemuka yang terpusat di kota Tuban ini memiliki kapasitas produksi sebesar 30 juta ton per tahun pada tahun 2016 dari yang sebelumnya 28,6 juta ton per tahun, dan menguasai 42 % pangsa pasar domestik, bahkan saat ini produk tersebut telah menyebar ke pangsa pasar Asia.

Produksi terbesar yang dicapai oleh PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. dilakukan di pabrik Tuban dimana pada lokasi tersebut terdapat 4 plant produksi yaitu plan Tuban I yang beroperasi pada tahun 1994, Plan Tuban II pada tahun 1995, Plan Tuban III pada tahun 1997 dan Plan Tuban IV pada tahun 2013. Perusahaan juga menentukan batasan dari masing masing pabrik dengan adanya Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) yang ditentukan pada setiap awal tahun.

Sebagai tempat pabrik yang baru saja beroperasi ternyata pada pelaksanaannya pabrik Tuban plan IV banyak sekali masalah yang ditemukan salah satunya adalah permasalahan yang ada pada proses *packaging packer IV*. Tempat terakhir berlangsungnya tahapan proses pembuatan produk yang siap untuk di-*release* kepada konsumen ini memiliki permasalahan dalam pengisian semen pada kantong dimana bobot dari semen per zak yang selalu berada di luar batas yang ditentukan pada RKAP yaitu sebesar 0.5 kg per zak. Tidak hanya itu, permasalahan lain juga timbul adalah dengan tingginya jumlah cacat kantong yang di-*release* keluar dari batas yang ditentukan pada RKAP yaitu sebesar 0,2 % dari total *release* per hari. Tabel 1.1 merupakan jumlah kantong sobek yang diambil pada bulan Januari 2016

Tabel 1.1 Nilai berat kantong semen

No	Tanggal Pengambilan	Waktu Pengambilan	Hasil Observasi Berat Semen Sesudah Diisi Ditiap Spout							
			1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)	4 (kg)	5 (kg)	6 (kg)	7 (kg)	8 (kg)
1	01-Jan-16	00.00 - 08.00	41.1 2	40.1 1	39.9 8	37.2 6	40.0 5	43.5 5	39.6 2	40.3 6
		08.00 - 16.00	40.0 3	37.7 0	39.9 6	40.3 4	39.5 0	38.0 5	38.3 7	40.8 9
		16.00 - 00.00	39.5 5	39.7 8	39.3 9	39.8 6	41.9 8	40.0 7	39.7 6	40.4 4
2	02-Jan-16	00.00 - 08.00	40.3 1	40.4 4	40.3 9	41.8 3	39.9 4	40.1 2	42.3 0	40.3 5
		08.00 - 16.00	38.8 7	39.5 4	40.0 2	39.5 3	40.1 8	40.0 4	39.6 4	41.0 1
		16.00 - 00.00	40.4 9	41.5 4	40.4 6	39.1 8	41.8 2	41.4 2	40.3 0	40.4 3

Dapat dilihat pada tabel 1.1, dari 48 data yang diambil diketahui bahwa terdapat 18 produk yang keluar dari batas berat yang ditentukan oleh perusahaan yaitu sebesar  $\pm 0.5$  kg perkantong dimana cacat tersebut tergolong sebagai cacat variabel. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai *defect* yang ada pada berat produk sangatlah tinggi.

Tabel 1.2 Presentase kantong pecah

Tanggal	Release	Pecah	% Pecah
1-Jan-16	15980	35	0.219%
2-Jan-16	15215	30	0.197%
3-Jan-16	69633	78	0.112%
4-Jan-16	86907	113	0.130%
5-Jan-16	104275	139	0.133%
6-Jan-16	109200	265	0.243%
7-Jan-16	99260	155	0.156%
8-Jan-16	97875	171	0.175%
9-Jan-16	101390	213	0.210%
10-Jan-16	76525	113	0.148%
11-Jan-16	81548	238	0.292%
12-Jan-16	111006	133	0.120%
13-Jan-16	105645	175	0.166%
14-Jan-16	105928	150	0.142%
15-Jan-16	92870	205	0.221%
16-Jan-16	95215	204	0.214%
17-Jan-16	93289	128	0.137%
18-Jan-16	92202	135	0.146%
19-Jan-16	101619	243	0.239%
20-Jan-16	113917	136	0.119%
21-Jan-16	104785	192	0.183%
22-Jan-16	103269	114	0.110%
23-Jan-16	100153	129	0.129%
24-Jan-16	77032	119	0.154%
25-Jan-16	67023	87	0.130%
26-Jan-16	84260	193	0.229%
27-Jan-16	86874	159	0.183%
28-Jan-16	93365	193	0.207%
29-Jan-16	84900	221	0.260%
30-Jan-16	90120	237	0.263%
31-Jan-16	89088	179	0.201%

Dapat kita lihat pada tabel 1.2, dari 31 data yang diambil terdapat 12 data yang berada diluar batas yang telah ditentukan yaitu sebesar 0,2 % per-release perhari dimana cacat tersebut tergolong sebagai cacat atribut. Dari hasil diskusi dengan karyawan yang bertugas di seksi *packer* IV pabrik Tuban, memang selama ini perbaikan selalu dilakukan untuk mengurangi kecacatan produk dengan cara melakukan perbaikan sistem secara menyeluruh ketika *overhaul* berlangsung dengan periode perbaikan yang terjadwal selama satu bulan penuh. Namun dari hasil data yang diperoleh dilapangan nilai jumlah produk yang keluar dari batasan perusahaan masih cukup tinggi. Target produksi yang

selalu meningkat setiap tahun mengakibatkan perbaikan hanya dilakukan ketika penyimpangan produk dari nilai standar yang ditentukan oleh SNI terlalu jauh.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan proses yang ada di *packer 4* sehingga dapat meminimalisir nilai *defect* yang ada baik jumlah kantong sobek maupun *defect* berat dari produk semen. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dapat dilakukan siklus DMAI untuk mencapai nilai *six sigma* dengan target untuk melakukan *continuous improvement* agar proses maupun system yang ada di *packer IV* pabrik dapat lebih efisien.

Untuk meminimalisir nilai *defect* pada berat semen per kantong dapat digunakan metode *Falure mode and Effect Analysis*. Menurut Stephens (2004), tujuan dari FMEA adalah untuk mengidentifikasi kegagalan dari semua cara baik peralatan, proses maupun produk untuk menentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat mempengaruhi peralatan maupun seluruh sistem dan memberikan solusi atau perbaikan. Sehingga permasalahan *defect* baik jumlah kantong sobek maupun berat semen per zak dapat diminimalisir atau bahkan selalu berada pada batas yang ditentukan.

## 1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Dari uraian latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dapat di dapatkan identifikasi masalah yang ada pada PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, yaitu:

1. Jumlah *defect* baik berat semen per zak maupun jumlah kantong sobek yang masih tinggi.
2. Target produksi yang cukup tinggi menyebabkan perbaikan terhadap sistem hanya dilakukan ketika penyimpangan produk dari standar yang ditentukan terlalu besar.
3. Diperlukan analisis yang tepat untuk meminimalisir jumlah *defect* pada jumlah kantong sobek maupun *defect* berat semen per zak.

## 1.3 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan identifikasi permasalahan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian ini sebagai berikut:

1. Penyebab apa yang paling signifikan mengakibatkan *defect* kantong pada proses *packaging* di *packer IV* pabrik Tuban?
2. Penyebab apa yang paling signifikan mengakibatkan *defect* pada berat semen di *packer IV* pabrik Tuban?
3. Berapa nilai DPMO dan level *sigma* pada produk semen di *packer IV* pabrik Tuban?

4. Perbaiki apa yang paling tepat untuk meminimalisir jumlah *defect* pada kantong dan berat semen per zak?

#### 1.4 BATASAN MASALAH

Untuk mencapai hasil yang dapat memfokuskan penelitian, maka digunakan batasan sebagai berikut:

1. Pembahasan hanya terfokus pada proses *packaging* semen di pabrik Tuban IV
2. Tidak membahas bagaimana proses pembuatan kantong semen di PT. Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG)
3. Penelitian ini hanya akan terbatas pada tahapan DMAI dan tidak melakukan tahapan *Control* karena batasan dari perusahaan

#### 1.5 ASUMSI-ASUMSI

Adapun asumsi yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Proses produksi berjalan dengan normal
2. Tidak ada modifikasi di *packer IV* selama penelitian berlangsung

#### 1.6 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mencari penyebab yang paling signifikan terhadap *defect* yang ditimbulkan pada kantong semen di *packer IV* pabrik Tuban.
2. Mencari penyebab yang paling signifikan terhadap *defect* yang ditimbulkan pada berat semen di *packer IV* pabrik Tuban.
3. Mengetahui nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan level *sigma* pada produk semen di *packer IV* pabrik Tuban.
4. Memberikan saran perbaikan untuk meningkatkan kualitas proses *packaging*.

#### 1.7 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Bagi perusahaan, sebagai bahan pertimbangan agar proses *packaging* di pabrik Tuban IV berjalan lebih baik.
2. Bagi penulis, sebagai tempat pembelajaran dan penerapan ilmu yang didapatkan selama perkuliahan.
3. Bagi pihak lain, sebagai referensi ataupun bahan pertimbangan terhadap tugas maupun penelitian yang akan dilakukan di kemudian hari.

Halaman ini sengaja dikosongkan.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu merupakan sumber atau referensi yang berfungsi sebagai bahan pertimbangan dan informasi untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan saat ini. Beberapa penelitian terdahulu diantaranya:

1. Susetyo (2011) melakukan penelitian yang berjudul “Aplikasi *SIX SIGMA DMAIC* dan *Kaizen* sebagai metode pengendalian dan perbaikan kualitas produk”. Penelitian tersebut dilakukan untuk kemampuan proses berdasarkan produk cacat yang ada dengan pendekatan *six sigma* yang kemudian dilakukan pengendalian dengan menganalisis penyebab kecacatan menggunakan *seven tools* serta mengupayakan kesinambungan dengan alat implementasi *kaizen* berupa *kaizen five-step plan*, 5W dan 1H, dan 5M *checklist*. Setelah dilakukan pengolahan data didapat nilai DPMO sebesar 4509,384 yang dapat diartikan bahwa dari satu juta kesempatan akan terdapat kemungkinan 4509,384 produk yang dihasilkan mengalami kecacatan. Perusahaan berada pada tingkat 4,11-*sigma* dengan CTQ (*Critical to Quality*) yang paling banyak menimbulkan kecacatan yaitu Dek sebesar 20,76% dari total cacat 22517.
2. Suhada (2012) melakukan penelitian yang berjudul “Usulan Penerapan Metode *Six Sigma* dalam Upaya Menurunkan Tingkat Kecacatan Produk MJCI 195 ml di Y”. Penelitian tersebut dilakukan di PT. Y yang merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi berbagai produk makanan dan minuman yang sangat variatif. Permasalahan yang terjadi adalah tingginya kerusakan/*defect* salah satu produk yang diproduksi oleh perusahaan yaitu produk minuman *jelly* MJCI 195 ml yang mengakibatkan tingkat produktivitas menurun. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perusahaan mencoba menerapkan *process improvement* dengan menggunakan *six sigma*. Hasil dari penelitian ini memberikan usulan kepada perusahaan yaitu: merevisi standar isi bersih / volume produk MJCI 195 ml sesuai dengan aturan BDKT (Berat Dalam Kemasan Terbungkus), melakukan *training* dan praktek langkah-langkah penimbangan produk yang benar kepada semua operator di area proses, menerapkan metode deteksi awal kurang isi pada *cup jelly*, verifikasi



cara dan hasil penimbangan yang dilakukan operator secara berkala, menjadwalkan *preventive maintenance*, dan melakukan pendokumentasian setiap terjadi ketidaksesuaian proses.

3. Vitho (2013) melakukan penelitian yang berjudul “Aplikasi *Six Sigma* untuk Menganalisis Faktor-faktor Penyebab Kecacatan Produk *Crumb Rubber Sir 20* Pada PT. XYZ”. Penelitian ini dilakukan pada perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan karet dengan bahan baku berupa getah pohon karet dan menghasilkan bahan setengah jadi yaitu *crumb rubber*. Permasalahan yang terjadi yaitu pada kenyataannya di lapangan masih ditemukan banyak produk cacat hingga bisa mencapai angka 20% pada akhir proses produksi. Hal ini mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis faktor-faktor dominan penyebab kecacatan produk *crumb rubber SIR 20* dengan menggunakan DMAIC *six sigma*. Hasil penelitian menunjukkan faktor dominan penyebab kecacatan adalah faktor kadar PRI. Dari hasil FMEA didapat kecacatan bahan baku berkualitas rendah adalah karena banyak mengandung kotoran, proses pencucian kurang bersih karena menggunakan air yang kotor serta proses penjemuran dan pengeringan kurang baik dengan waktu yang relatif cepat.
4. Pada penelitian kali ini akan mencoba melakukan pengendalian kualitas terhadap jumlah kantong sobek dan bobot semen per zak baik yang keluar dari batas yang ditentukan sehingga dapat meningkatkan efisiensi bagi perusahaan baik dari segi waktu maupun biaya. Penelitian ini akan terfokus pada *plan 4 packer* pabrik Tuban yang berdiri pada tahun 2013. Namun pada pelaksanaannya masih kita temukan permasalahan tersebut. Penelitian ini akan melakukan penyelesaian masalah dengan menggunakan pendekatan DMAIC *six sigma*, menggunakan FMEA sebagai alat untuk menganalisa kedua permasalahan yang ada dan melakukan saran berupa perbaikan yang akan diberikan kepada perusahaan.

Dari ketiga penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu, peneliti pertama (Susetyo) menggunakan metode DMAIC dan Kaizen. Peneliti kedua (Suhada) menggunakan metode *six sigma* dan DMAIC, Peneliti ketiga (Vitho) menggunakan metode *six sigma*, DMAIC, FMEA, dan Kaizen. Sedangkan pada penelitian ini, digunakan metode DMAI, *six sigma*, FMEA, dan akan mempertimbangkan bagaimana perawatan terhadap mesin yang digunakan. Perbandingan obyek penelitian, metode yang digunakan, dan perhitungan yang dilakukan dalam beberapa penelitian disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini

NO	PENELITI	OBJEK PENELITIAN	METODE	HASIL
1	Susetyo (2011)	PT. Mondrian (Perusahaan yang bergerak dibidang konveksi kaos)	DMAIC dan Kaizen	Nilai DPMO, <i>Critical to Quality</i> (CTQ), Identifikasi faktor penyebab cacat, Usulan pengendalian dan perbaikan kualitas berdasarkan implementasi kaizen.
2	Suhada (2012)	Cacat produk minuman jelly MJCI 195 ml studi kasus PT Y. (Perusahaan makanan & minuman)	<i>Six Sigma</i> DMAIC	Diagram pareto, parameter periksa untuk produk MJCI 195 ml, <i>Six sigma Quality</i> level, analisa sebab akibat dengan menggunakan <i>cause &amp; effect diagram</i> .
3	Vitho (2013)	Cacat produk Crumb Ruber Sir 20 Studi kasus PT. XYZ (Perusahaan pengolahan karet)	<i>Six Sigma</i> DMAIC, FMEA, Kaizen	Faktor penyebab cacat produk paling dominan (pareto), Implementasi kaizen, Analisis FMEA.
4	Penelitian ini	Cacat kantong semen setelah proses packaging dan <i>over/under weight</i> semen per zak	DMAI <i>Six Sigma</i> , FMEA, Maintenance	<i>Critical to Quality</i> (CTQ), <i>Defect per Milion Opportunities</i> (DPMO), penyebab paling signifikan terhadap kerusakan kantong dan <i>over/under weight</i> semen per zak, Saran perbaikan untuk meningkatkan kualitas proses <i>packaging</i> .

## 2.2 DEFINISI KUALITAS

Berikut ini merupakan define kualitas menurut beberapa referensi.

1. Menurut Elliot (1993), kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda tergantung pada waktu dan tempat atau dikatakan sesuai dengan tujuan.
2. Menurut David L. Goetsch dan Stanley Davis bahwa kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan.
3. Definisi kualitas menurut *ISO 8402* dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas, maupun tersamar.
4. Menurut Garvin (1988:217), 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.

Kualitas memerlukan suatu proses perbaikan yang terus-menerus (*continuous improvement*) yang dapat diukur dengan dukungan manajemen, karyawan, dan pemerintah. Sedangkan konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik bahan baku, produk maupun proses (proses produksi, distribusi, jasa, dll)

## 2.3 PENGENDALIAN KUALITAS

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai pengertian, tujuan dan prespektif dari pengendalian kualitas.

### 2.3.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Kualitas secara umum adalah membuat produk atau jasa yang tepat pada waktunya, pantas digunakan dalam lingkungan, memiliki *zero defect* dan memuaskan konsumen (Ponds, 1994). Pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu system yang digunakan untuk menentukan komponen-komponen mana yang rusak dan menjaga agar bahan-bahan untuk produksi mendatang jangan sampai rusak. Pengendalian kualitas merupakan alat bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan, mempertahankan kualitas yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah bahan yang rusak (Reksohadiprojo, 1995). Pengendalian kualitas juga dapat disimpulkan sebagai sistem yang digunakan untuk menjaga kualitas barang atau jasa agar berada pada tingkat kualitas yang diharapkan.

### 2.3.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Sofjan Assauri (1998:210), terdapat beberapa tujuan dari pengendalian kualitas yaitu:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

### 2.3.3 Perspektif Pengendalian Kualitas

David Garvin, mengidentifikasi adanya 5 alternatif perspektif kualitas yang biasa digunakan yaitu:

#### 1. *Transcendental Approach*

Kualitas dalam pendekatan ini dapat dirasakan atau diketahui, tetapi sulit untuk didefinisikan dan dioperasikan. Sudut pandang ini biasanya diterapkan dalam seni music, drama, seni tari, dan seni rupa.

#### 2. *Product – Based Approach*

Pendekatan ini menganggap kualitas sebagai karakteristik atau atribut yang dapat dikuantifikasikan dan dapat diukur. Pandangan ini sangat objektif, maka tidak dapat

menjelaskan perbedaan dalam selera, kebutuhan, dan preferensi individual.

3. *User-based Approach*

Pendekatan ini didasarkan pada pemikiran bahwa kualitas tergantung pada orang yang memandangnya, dan produk yang paling memuaskan preferensi seseorang merupakan produk yang berkualitas tinggi.

4. *Manufacturing-based Approach*

Pendekatan ini bersifat supply-based dan terutama memperhatikan praktik-praktik engineering dan manufacturing serta mendefinisikan kualitas sesuai dengan persyaratannya.

5. *Value-based Approach*

Pendekatan ini memandang kualitas dari segi nilai dan harga, dengan mempertimbangkan *trade-off* antara kinerja dengan harga. Sehingga kualitas didefinisikan sebagai "*Affordable Excellence*"

## 2.4 *SIX SIGMA*

Pada awal penggunaannya, *Six Sigma* awalnya dimotori oleh Bill Smith, yang merupakan seorang *engineer* pada perusahaan motorola. Saat ini, *Six Sigma* dijadikan sebagai alat untuk melakukan perbaikan yang ada di perusahaan. *Six Sigma* diartikan sebagai suatu metode berteknologi canggih yang digunakan oleh para insinyur dan ahli statistik untuk mengembangkan proses atau produk (Miranda & Amin, 2002). Diartikan demikian karena kunci utama perbaikan *Six Sigma* menggunakan metode statistik, meskipun tidak secara keseluruhan membicarakan statistik. *Six Sigma* merupakan tujuan yang mendekati kesempurnaan dalam mencapai kebutuhan konsumen dan usaha mengubah budaya perusahaan untuk mencapai kepuasan pelanggan, keuntungan dan persaingan yang lebih jauh.

### 2.4.1 Konsep *Six Sigma*

*Six Sigma* dijadikan sebagai alat ukur untuk menciptakan metode atau strategi yang tepat dalam proses transaksi antara pihak produsen dan konsumen. *Six Sigma* juga menerapkan strategi atau terobosan dalam perusahaan yang memungkinkan perusahaan tersebut dapat maju dan meningkat pesat tingkat produktivitasnya.

Konsep *Six Sigma* disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah sederhana yang dinamakan DMAIC yang merupakan singkatan dari *define* (merumuskan), *measure* (mengukur), *analyze* (menganalisis), *improve* (meningkatkan

atau memperbaiki) dan *control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta perbaikan pendekatan proses lainnya yang tentunya pelanggan akan merasa puas jika apa yang diberikan perusahaan/produsen sesuai dengan harapan. Apabila produk yang diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma* maka perusahaan dapat berharap bahwa produk yang mereka hasilkan mengalami kegagalan 3,4 setiap satu juta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,9997 % dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk tersebut. Konversi *yield* ke nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan nilai sigma dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Konversi Nilai *Yield* ke DPMO

<i>Yield</i> (probabilitas tanpa cacat)	DPMO ( <i>defect per million opportunity</i> )	Nilai sigma
30,9 %	690.000	1
62,9 %	308.000	2
93,3 %	66.800	3
99,4 %	6.210	4
99,98 %	320	5
99,9997 %	3,4	6

Sumber: Gasperz, 2002:11

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *six sigma* (Gasperz, 2002:99), yaitu:

1. Identifikasi pelanggan
2. Identifikasi produk
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan
4. Definisi proses
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada
6. Meningkatkan proses secara terus-menerus untuk menuju target *six sigma*.

#### 2.4.2 MANFAAT *SIX SIGMA*

Ada beberapa manfaat *six sigma* bagi perusahaan (Pande, 2000:12)

1. Menghasilkan sukses berkelanjutan  
 Cara untuk melanjutkan pertumbuhan dan tetap menguasai pertumbuhan pasar yang aman adalah terus-menerus berinovasi. *Six sigma* merupakan upaya untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus (*continuous improvement*)
2. Mengatur tujuan bagi setiap orang  
 Dalam sebuah perusahaan, setiap orang bekerja dengan memiliki tujuan yang sama. *Six sigma* merupakan alat untuk mencapai sebuah tujuan yang konsisten yaitu kesempurnaan 99,9997 % atau 3,4 cacat dalam sejuta peluang.

3. Memperkuat nilai pada pelanggan  
Dengan persaingan yang ketat pada dunia industri, hanya produk yang memiliki kualitas terbaik yang dapat diterima oleh pelanggan. Fokus pada pelanggan adalah inti dari *six sigma* dengan mempelajari nilai yang diinginkan oleh pelanggan terhadap produk.
4. Mempercepat tingkat perbaikan  
Perusahaan yang mampu melakukan perbaikan dengan cepat dapat memenangkan persaingan di pasar. Dengan menggunakan *six sigma* dapat membantu perusahaan untuk tidak hanya meningkatkan kinerjanya, tetapi juga meningkatkan perbaikan.
5. Mempromosikan pembelajaran dan “*cross pollination*”  
*Six sigma* merupakan sebuah pendekatan yang dapat meningkatkan dan mempercepat pengembangan dan penyebaran ide-ide baru dalam sebuah organisasi. Orang-orang yang terlatih dengan keahlian dalam banyak proses serta kemampuan dalam mengelola dan memperbaiki proses dapat dipindahkan ke divisi lain dengan kemampuan untuk menerapkan proses dengan lebih cepat. Ide-ide mereka dibagikan sehingga kinerja mudah untuk dibandingkan.
6. Melakukan perubahan strategi  
Dengan lebih memahami proses dan prosedur perusahaan, akan memberikan kemampuan yang lebih besar untuk melakukan penyesuaian-penyesuaian kecil maupun perubahan-perubahan besar yang dituntut oleh proses bisnis.

## 2.5 KAPABILITAS PROSES

Kapabilitas proses merupakan kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan apakah proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Gaspersz, 2002).

Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas *six sigma* ditunjukkan dengan peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Teknik untuk menentukan kapabilitas proses yang berhubungan dengan CTQ memiliki perbedaan untuk data atribut dan data variabel. Data adalah catatan tentang segala sesuatu, baik yang bersifat kualitatif dan kuantitatif yang dipergunakan sebagai petunjuk untuk melakukan tindakan. Dalam konteks pengendalian proses statistika dikenal dengan dua jenis data (Gaspersz, 2002), yaitu:

1. Data Atribut, merupakan data kualitatif yang dihitung dengan menggunakan daftar pencacahan atau *tally* untuk keperluan pencatatan atau analisis. Data atribut bersifat diskrit. Suatu catatan yang hanya merupakan suatu catatan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyarata yang telah ditetapkan. Contoh data atribut karakteristik kualitas adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis yang cacat. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidak sesuaian atau cacat atau kegagalan terhadap spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan.
2. Data variabel, merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukur tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variabel bersifat kontinu. Jika suatu kecatatan dibuat berdasarkan keadaan actual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur itu disebut sebagai variabel. Contoh data variabel karakteristik kualitas adalah diameter pipa, ketebalan untuk melakukan suatu proses, ukuran-ukuran berat, panjang, tinggi, diameter, waktu dan volume merupakan data variabel.

## 2.6 TAHAP-TAHAP PENGANDALIAN KUALITAS *SIX SIGMA* DMAIC

Dalam konsep *six sigma*, terdapat beberapa model yang bisa diterapkan untuk meminimasi tingkat kecacatan, salah satu konsep yang paling sering digunakan adalah DMAIC. Konsep ini, merupakan proses untuk melakukan peningkatan secara terus-menerus menuju target *six sigma*. Berikut akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan DMAIC.

### 2.6.1 Tahap *Define*

Tahap *define* berkaitan dengan pendefinisian tujuan dan latar belakang serta mengidentifikasi permasalahan yang harus diberikan perhatian untuk dapat mencapai performa mutu yang lebih baik. Pada tahap ini perlu untuk mengidentifikasi beberapa hal yang terkait dengan *define* antara lain (Gasperz, 2002):

1. Kriteria pemilihan proyek *six sigma*.
2. Peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*
3. Kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*.
4. Proses-proses kunci dalam proyek *six sigma*

5. Kebutuhan spesifik dari pelanggan
6. Persyaratannya tujuan proyek *six sigma*

### 2.6.2 Tahap *Measure*

Tahap *Measure* berkaitan dengan pengumpulan informasi mengenai kondisi saat ini dan melakukan pengukuran atau studi kemampuan proses yang ada saat ini. Hasil pengukuran menghasilkan nilai matriks yang menunjukkan kemampuan proses saat ini dan dijadikan sebuah tolak ukur perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure* (Gasperz, 2002) yaitu:

1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan.
2. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, dan *outcome*.
3. Mengukur performa sekarang (*current performance*) pada tingkat proses *output*, dan *outcomes* untuk ditetapkan sebagai *baseline* performa (*performance baseline*) pada awal proyek *six sigma*.

Sebelum suatu produk dapat dinyatakan sebagai cacat atau gagal, maka kriteria yang berkaitan dengan kegagalan atau kecacatan harus didefinisikan terlebih dahulu. Dalam terminologi *Six sigma*, kriteria karakteristik kualitas yang menimbulkan dan atau memiliki potensi untuk menimbulkan kegagalan atau kecacatan itu disebut sebagai *Critical to Quality* (CTQ) potensial yang menimbulkan kegagalan atau kecacatan (Gasperz, 2002).

Pada tahap *measure* juga dilakukan perhitungan Analisa Kapabilitas Proses (AKP) untuk data atribut. Analisa Kapabilitas Proses (AKP) dengan data atribut seperti cacat, produk dapat dihitung dengan menggunakan DPMO dan dapat dikonversikan menjadi level sigma (Montgomery, 2009). DPMO mengindikasikan berapa banyak cacat yang akan muncul jika sebuah aktifitas diulang sebanyak satu juta kali. DPMO juga menggambarkan secara sederhana mutu dan kapabilitas dari sebuah proses. *Level Sigma* dari proses produksi sering diekspresikan dalam kesalahan per satu-juta peluang. Berikut merupakan persamaan atau rumus untuk menghitung DPMO untuk data atribut

$$DPMO = \left( \frac{\text{Total Kerusakan}}{\text{Banyaknya Unit yang diperiksa} \times \text{CTQ Potensial}} \right) \times 1.000.000 \quad (2-1)$$

Sumber: Gasperz (2002)

Nilai level sigma berdasarkan konsep dari Motorola dapat diperoleh dari tabel nilai konversi DPMO ke nilai sigma atau dapat dihitung dengan menggunakan program



*Microsoft Excel*. Berikut merupakan perhitungan nilai sigma berdasarkan *Ms. Excel*:

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2-2)$$

Sumber: Gasperz (2002)

Ukuran sigma atau level sigma adalah variabel yang paling pening dalam metode *Six sigma*, Karena variabel ini mengindikasikan variabelitas proses dan sampai level berapa *sigma* proses yang harus dikelola. Ukuran ini juga mengindikasikan apakah proses saat ini sudah efisien dan berkualitas atau belum.

Adapun langkah-langkah perhitungan DPMO dan nilai *sigma* secara matematis dijelaskan pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Langkah Perhitungan DPMO dan *Level Sigma*

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Berapa jumlah produk yang di inspeksi	-
2	Berapa jumlah produk yang gagal	-
3	Hitung tingkat kecacatan = (2) / (1)	= (langkah 2) / (langkah 1)
4	Banyaknya CTQ potensial	= banyaknya karakteristik CTQ
5	Kemungkinan gagal per sejuta kemungkinan	= (langkah 5 x 1.000.000)
6	Konversi DPMO ke level sigma	-
7	Membeuat Kesimpulan	-

Sumber: Gasperz (2002)

### 2.6.3 Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahapan dimana peneliti mencari dan menemukan penyebab dari permasalahan dengan menggunakan alat analisis yang sesuai. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengerti lebih jauh tentang proses dan mengidentifikasi alternative solusi yang dilakukan untuk memperbaikinya. Beberapa hal yang perlu dilakukan pada tahapan ini antara lain (Gasperz, 2002):

1. Menentukan stabilitas (*stability*) dan kapabilitas/kemampuan (*capability*) dari suatu proses.
2. Menetapkan target-target performa dari karakteristik kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *six sigma*.
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kegagalan atau kecacatan
4. Mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*Cost of Poor Quality*)

### 2.6.4 Tahap *Improve*

Tahap ini merupakan tahapan dimana solusi yang didapatkan berdasarkan hasil analisis yang telakukan sebelumnya akan di implementasikan terhadap permasalahan yang ada untuk dilakukan perbaikan. Pada tahap ini ditetapkan rencana tindakan (*Action*

*Plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada dasarnya, rencana-rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumberdaya serta prioritas dan alternative yang akan dilakukan dalam implementasi dari rencana tersebut (Gasperz, 2002).

### 2.6.5 Tahap *Control*

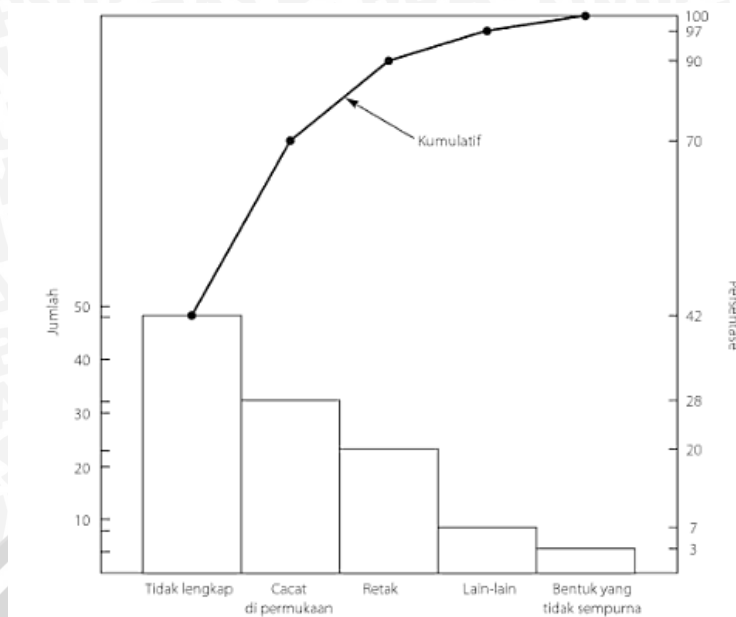
Tahap *control* bertujuan untuk terus mengevaluasi dan memonitor hasil dari tahap-tahap yang dilakukan sebelumnya atau hasil dari implementasi yang telah dilakukan. Pada tahap ini, hasil-hasil dari peningkatan kualitas (*improve*), akan didokumentasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman untuk standar dari suatu pekerjaan maupun proses, serta kepemilikan atau tanggung jawab dikirimkan dari tim *six sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek *six sigma* akan berakhir pada tahap ini (Gasperz, 2002). Tahap *control* bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan pada proses dan penerapannya akan berjalan dengan baik, serta proses akan bertahan dan tidak akan kembali pada proses sebelumnya.

## 2.7 PENGENDALIAN PROSES STATISTIK

Pengendalian proses statistik (*Statistical Proses Control*) adalah sebuah perangkat kerja untuk memonitor berbagai proses operasional. SPC dapat mengidentifikasi dan membedakan apakah sebuah proses dalam keadaan variasi normal atau status fluktuasi upnormal (Hidayat, 2007). Terdapat tujuh alat dalam SPC yang dinamakan *the magnificente seven* atau yang sering disebut *seven tools*, antara lain stratifikasi, *check sheet*, histogram, diagram Pareto, diagram sebab akibat, *scatter diagram* dan peta kontrol. Dalam penelitian ini hanya akan menggunakan diagram Pareto, peta kontrol, diagram sebab akibat dan *check sheet*.

### 2.7.1 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah diagram yang menggambarkan tingkat kepentingan relative antar faktor. Dengan diagram ini dapat diketahui faktor yang dominan dan tidak. Pareto merupakan nama seorang ekonom italia yang menemukan bukti empiris bahwa secara tipikal 80 % dari kemakmuran suatu daerah hanya dikuasai 20 %b dari populasi. Jika diaplikasikan dalam pengendalian mutu, prinsip ini berarti hanya sedikit faktor (20%) sebagai penyebab timbulnya mayoritas masalah (80%) (Harjanto, 2006). Misalkan, hanya 20% dari peralatan yang menyebabkan *downtime*. Berikut merupakan salah satu contoh dari diagram pareto.



Gambar 2.1 Contoh Diagram Pareto  
Sumber: Evan dan Lindsay (2007)

### 2.7.2 Peta Kontrol Atribut

Banyak karakteristik kualitas tidak dapat dinyatakan secara mudah dengan numerik atau biasa disebut dengan data atribut data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan. Pada umumnya untuk data atribut digunakan peta kontrol p, np, c dan u (Marimin, 2008). Namun dalam penelitian ini, peta kontrol yang digunakan hanya peta kontrol P karena jenis data yang diambil adalah jenis data atribut yang digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berarti dikategorikan cacat.

$$P = \frac{x}{n} \quad (2-3)$$

(Ariani, 2004)

Dimana:

P = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya produk salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi.

Garis pusat (*center line*) peta pengendali proporsi ini adalah

$$GP\ p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n \cdot g} \quad (2-4)$$

(Ariani, 2004)

Dimana:

$\bar{p}$  = garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

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

n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

$g$  = banyaknya observasi yang dilakukan.

Sedangkan batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB) untuk peta pengendali proporsi tersebut adalah:

$$BPA\ p = \bar{p} + 3x \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2-5)$$

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

(Ariani, 2004)

Data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misal goresan, kesalahan warna atau ada bagian yang hilang (Ariani, 2004). Peta kontrol untuk data atribut dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail. Sementara itu, peta pengendali kualitas proses statistic untuk data variabel biasanya digunakan untuk menentukan alasan khusus pada situasi *out of statistical control* atau keluar dari batas pengendalian statistik (Ariani, 2004)

### 2.7.3 Peta Kontrol Variabel

Penggunaan peta kendali variabel biasanya digunakan secara lebih luas daripada peta kendali atribut. Peta kendali ini secara umum diterapkan untuk melakukan efisiensi pada prosedur pengendali (Ariani, 2004). Pada data variabel dalam penelitian ini, digunakan peta kendali rata-rata (*mean*) atau peta kendali  $\bar{X}$  dan peta kendali jarak (*range*) atau peta kendali R.

#### 2.7.3.1 Peta Kendali Rata-rata

Berikut merupakan Langkah-langkah untuk membuat peta kendali  $\bar{X}$

1. Menentukan garis pusat atau CL (*center line*) yang diperoleh dengan mencari nilai rata-rata yang didapat dari rumus berikut

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad (2-7)$$

Dengan:

$\bar{\bar{X}}$  = Jumlah rata-rata dari nilai rata-rata subgroup

$\bar{X}_i$  = Nilai rata-rata subgroup ke  $i$

$g$  = Jumlah subgroup

2. Menentukan batas kontrol untuk peta kendali  $\bar{X}$  (rata-rata) baik nilai *upper control limited* (UCL) maupun *lower control limited* (LCL) yang didapatkan dari rumus:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \quad (2-8)$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \quad (2-9)$$

Dimana  $A_2$  didapatkan tabel 2.4

Tabel 2.4 nilai  $A_2, A_3, d_2, d_3, D_4, B_3, B_4$

Sample Size = m	$A_2$	$A_3$	$d_2$	$D_3$	$D_4$	$B_3$	$B_4$
2	1.880	2.659	1.128	0	3.267	0	3.267
3	1.023	1.954	1.693	0	2.574	0	2.568
4	0.729	1.628	2.059	0	2.282	0	2.266
5	0.577	1.427	2.326	0	2.114	0	2.089
6	0.483	1.287	2.534	0	2.004	0.030	1.970
7	0.419	1.182	2.704	0.076	1.924	0.118	1.882
8	0.373	1.099	2.847	0.136	1.864	0.185	1.815
9	0.337	1.032	2.970	0.184	1.816	0.239	1.761
10	0.308	0.975	3.078	0.223	1.777	0.284	1.716
11	0.285	0.927	3.173	0.256	1.744	0.321	1.679
12	0.266	0.886	3.258	0.283	1.717	0.354	1.646
13	0.249	0.850	3.336	0.307	1.693	0.382	1.618
14	0.235	0.817	3.407	0.328	1.672	0.406	1.594
15	0.223	0.789	3.472	0.347	1.653	0.428	1.572

### 2.7.3.2 Peta Kendali Jarak

Berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat peta kendali jarak (R)

1. Menentukan garis pusat atau CL (centre line) yang diperoleh dengan mencari nilai rata-rata R.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g} \quad (2-10)$$

Dengan nilai

$\bar{R}$  = jumlah rata-rata dari nilai rata-rata subgroup

$R_i$  = nilai rata-rata subgroup ke  $i$

$g$  = jumlah subgroup

2. Menentukan batas kontrol dari peta kendali  $\bar{R}$  yang didapat dari rumus berikut

$$UCL = D_4 * \bar{R}$$

$$LCL = D_3 * \bar{R}$$

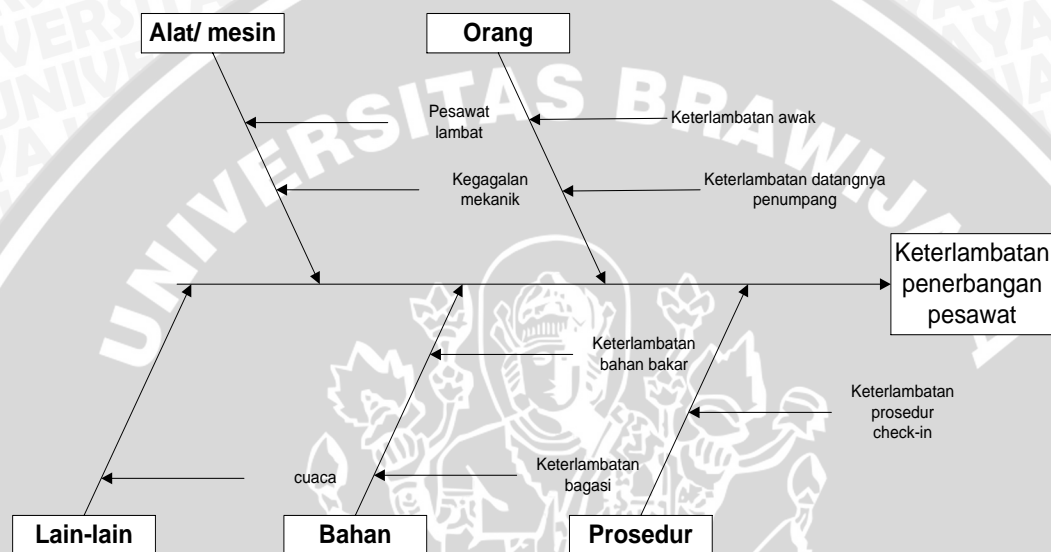
Dimana nilai dari  $D_3$  dan  $D_4$  didapatkan dari tabel 2.4

### 2.7.4 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab-akibat dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943, sehingga disebut dengan diagram ishikawa. Diagram sebab-akibat menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab dari suatu masalah. Manfaat diagram sebab akibat diantaranya (Ariani, 2004):

1. Dapat menggunakan kondisi sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam penggunaan sumberdaya, dan dapat mengurangi biaya.
2. Dapat mengurangi dan menghasilkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa dan keluhan pelanggan.
3. Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun direncanakan.
4. Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

Berikut merupakan contoh dari diagram sebab-akibat:



Gambar 2.2 Contoh Diagram Sebab Akibat  
Sumber: Krajewski dan Ritzman, 1999

### 2.7.5 Check Sheet

Tujuan dari pembuatan lembar pengecekan adalah menjamin bahwa data dikumpulkan secara teliti dan akurat oleh karyawan operasional untuk daidakan pengendalian proses dan penyelesaian masalah. Data dalam lembar pengecekan tersebut nantinya akan digunakan dan dianalisis secara tepat dan mudah. Lembar pengecekan ini memiliki beberapa bentuk yaitu dalam bentuk *tally* dan bentuk *check list* (Ariani, 2004). Namun dalam penelitian ini, hanya akan digunakan *check sheet* dalam bentuk *check list* seperti yang ada pada gambar berikut:

## Rekomendasi Check Sheet

DAY/DATE														
PART NAME			COLOUR				WEIGHT STANDART							
TYPE OF MACHINE			TOTAL CAVITY				Gram/Pcs/kit							

RESUME	*Population	(n) sample	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	23:00	1:00	3:00	5:00
			Shift 1				Shift 2				Shift 3			
<b>PHYSICAL</b>														
Colour														
Construction														
Dimensions														
Cycle Time														
Weight of Product														
Weight of Runner														
<b>DEFECT</b>														
flash (jembret)														
short shot (Tidak rasi)														
crack (retak)														
flow marked (ada aliran)														
silver streak (syembur)														
bubble (gelembung)														
weld line (sambungan bahan)														
scratch (goresan)														
bending (bengkok)														
black dot (noda hitam)														
kotor material														
kotor benda asing														
STATUS														

Gambar 2.3 Contoh Check List

## 2.8 CRITICAL TO QUALITY

*Critical to Quality* adalah sebuah istilah yang digunakan pada bidang *six sigma* untuk menggambarkan karakteristik kunci dari sebuah proses (Basu, 2004). CTQ adalah unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi *output* dari proses itu sendiri. CTQ merupakan atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung pada kepuasan konsumen.

CTQ dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan. Biasanya memiliki bentuk berupa turunan masalah atau *breakdown* dari semua masalah sampai atau tercapai atau mengidentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan.

## 2.9 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

FMEA adalah sebuah proses yang sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang akan timbul dalam proses dengan tujuan untuk mengeliminasi atau meminimalkan resiko kegagalan produksi yang akan timbul. Penerapan FMEA dapat digunakan pada semua bidang, baik manufaktur maupun jasa. Tujuan utama dari penerapan FMEA dibidang manufaktur adalah untuk menemukan dan memperbaiki permasalahan utama yang terjadi pada setiap tahapan dari desain dan proses produksi sehingga berjalan optimal ataupun untuk mencegah produk yang tidak baik sampai ke tangan pelanggan, yang dapat membahayakan reputasi perusahaan (Dyadem, 2003).

### 1. *Severity*

Seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan. Dalam menentukan nilai *Severity* terdapat pedoman yang bisa dipakai, seperti yang tersaji dalam tabel 2.5

Tabel 2.5 Contoh *Ranking* dan Kriteria *Severity*

<b>Effect</b>	<b>Rank</b>	<b>Criteria</b>
Tidak ada	1	Tidak ada efek
Sangat sedikit	2	Efek yang dapat diabaikan pada kinerja. Beberapa pengguna mungkin melihat.
Sedikit	3	Hanya berpengaruh sedikit pada kinerja. Menimbulkan kesalahan tidak fatal yang diketahui user
Minor	4	Minor efek pada performansi. User sedikit tidak puas.
<i>Moderate</i>	5	Menurunkan performansi mesin sedikit. User tidak puas.
<i>Severe</i>	6	Performansi mesin menurun tapi aman digunakan. User tidak puas
<i>Severity</i> tinggi	7	Performansi mesin sangat buruk. User sangat tidak puas
<i>Severity</i> sangat tinggi	8	Tidak dapat dioperasikan tapi aman
<i>Severity</i> ekstrim	9	Kegagalan kemungkinan dengan efek berbahaya. Kepatuhan terhadap peraturan tidak mungkin
<i>Severity</i> maksimum	10	Kegagalan tak terduga dengan efek berbahaya hampir pasti. Tidak sesuai dengan peraturan

Sumber: McDermott R. E., 2009

### 2. *Occurance*

*Occurance* adalah kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa operasi. Cara menentukan nilai *occurance* dengan menggunakan *rating* 1-10, dimana pada setiap *rating* memiliki kriteria tersendiri yang akan dijelaskan pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Contoh Nilai *Occurance*

<b>Rangking</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Defect</b>
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan kegagalan	1 dalam 1.000.000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Sumber: Gazperz (2002)



### 3. *Detection*

Kemampuan untuk mendeteksi atau mencegah penyebab kegagalan. Dalam menentukan nilai *detection* terdapat pedoman yang bisa dipakai, seperti yang tersaji pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Contoh Pedoman *Detection*

<b>Keterangan</b>	<b>Ranking</b>
Selalu jelas, sangat mudah untuk diketahui	1
Jelas bagi indra manusia	2
Memerluakn inspeksi	3
Inspeksi yang hati-hati dengan indra manusia	4
Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indra manusia	5
Memerlukan bantuan dan/atau pembongkaran sederhana	6
Memerlukan bantuan dan/atau pembongkaran	7
Diperlukan inspeksi dan/atau pembongkaran yang kompleks	8
Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi	9
Tidak dapat dideteksi	10

Sumber: Dyadem 2003.

### 4. RPN (*Risk Priority Number*)

Indikator tingkat kritis dalam menentukan tindakan koreksi yang sesuai dengan mode kegagalan. Besarnya RPN suatu kegagalan mampu ditentukan tingkat prioritas membenahan suatu moda kegagalan.

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (2-11)$$

Dalam melakukan FMEA, maka dilakukan beberapa tahapan berikut

1. Menentukan input yang berpotensi *error*
2. Menentukan *severity* untuk *setiap faktor*
3. Menentukan *occurance* level untuk setiap faktor
4. Menentukan *detection* level untuk setiap faktor
5. Menghitung RPN
6. Menentukan saran aksi
7. Prediksikan RPN setelah saran dilakukan

## 2.10 DEFINISI PERAWATAN

Perawatan atau *maintenance* merupakan suatu rangkaian tindakan atau kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki suatu fasilitas hingga kondisi yang dapat diterima (sudrajat, 2011). Secara umum perawatan dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Menjamin ketersediaan, keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis, sehingga dalam penggunaannya dapat dilaksanakan seoptimal mungkin.

2. Memperpanjang usia kegunaan fasilitas.
3. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat.
4. Menjamin keselamatan kerja, keamanan dalam penggunaannya.
5. Menjaga kontinuitas sistem dan meningkatkan produktivitasnya.

*Maintenance* dapat dibagi dalam dua bagian yaitu *planned maintenance* dan *unplanned maintenance*. *Planned maintenance* dapat dibagi menjadi beberapa bentuk kebijakan yaitu *preventive maintenance*, *scheduled maintenance* dan *predictive maintenance*. Sedangkan *unplanned maintenance* dapat dibagi dalam *corrective maintenance* dan *breakdown maintenance* (Sudrajat, 2011).

### **2.10.1 Perawatan Kerusakan (Breakdown Maintenance)**

Perawatan kerusakan dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada mesin. Kebijakan ini kurang baik untuk diterapkan karena dapat menyebabkan perusahaan kehilangan kesempatan untuk mengambil keuntungan akibat terhentinya mesin, perusahaan tidak dapat menjamin keselamatan kerja, dan tidak adanya perencanaan waktu, tenaga kerja dan biaya perawatan yang baik (Sudrajat, 2011).

### **2.10.2 Perawatan Perbaikan (Corrective Maintenance)**

Perawatan perbaikan merupakan cara perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan memulihkan bagian atau komponen/mesin termasuk penyetelan dan reparasi yang telah terjadi agar kembali pada kondisi yang dapat diterima (Sudrajat, 2011).

### **2.10.3 Perawatan Pencegahan (Preventive Maintenance)**

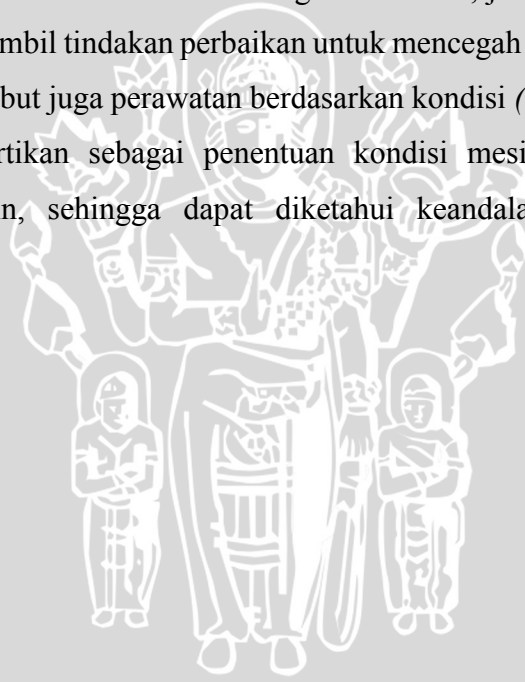
Perawatan pencegahan adalah kegiatan pendeteksian atau penanganan terhadap mesin/ peralatan yang tidak normal sebelum terjadi kerusakan. Kebijakan ini dapat digunakan untuk mencegah berhentinya mesin yang tidak direncanakan. Kebijakan perawatan pencegahan umumnya dilakukan sebelum terjadinya kerusakan mesin. Ciri dari kebijakan ini terlihat dari dilakukannya inspeksi secara periodic dan pemulihan kondisi mesin secara terencana. Tujuan perawatan pencegahan diarahkan untuk memaksimalkan *availability*, dan meminimalkan ongkos melalui peningkatan *reliability* (Sudrajat, 2011).

#### 2.10.4 Perawatan Terjadwal (Scheduled Maintenance)

Perawatan terjadwal merupakan bagian dari perawatan pencegahan. Perawatan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan perawatan dilakukan secara periodik dalam rentang waktu tertentu. Strategi perawatan ini disebut juga sebagai perawatan berdasarkan waktu (*time based maintenance*). Kebijakan perawatan ini cukup baik dalam mencegah terhentinya mesin yang tidak direncanakan. Rentang waktu perawatan ditentukan berdasarkan pengalaman, data masalah atau rekomendasi dari pabrik pembuat mesin yang bersangkutan (Sudrajat, 2011).

#### 2.10.5 Perawatan Prediktif

Perawatan prediktif dapat diartikan sebagai strategi perawatan dimana pelaksanaannya didasarkan pada kondisi mesin itu sendiri. Untuk menentukan kondisi mesin dilakukan tindakan pemeriksaan atau monitoring secara rutin, jika terdapat tanda atau gejala kerusakan segera diambil tindakan perbaikan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Perawatan prediktif disebut juga perawatan berdasarkan kondisi (*condition based maintenance*) yang dapat diartikan sebagai penentuan kondisi mesin dengan cara memeriksa mesin secara rutin, sehingga dapat diketahui keandalan mesin serta keselamatan kerja terjamin.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai metode penelitian. Metode penelitian merupakan tahapan yang ditetapkan diawal sebelum penelitian dilakukan dengan tujuan agar mampu meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan dalam penelitian, dan pada bab ini akan dibahas mengenai jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, langkah-langkah pengolahan data dan analisa perbaikannya.

#### 3.1 JENIS PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan atau menggabungkan dengan variabel lain. Sedangkan metode penelitian kuantitatif digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data yang bersifat kuantitatif / statistik (Sugiono: 8). Berdasarkan kedua teori tersebut penelitian deskriptif kuantitatif merupakan data yang diperoleh dengan melakukan sampel dan dianalisis secara statistik untuk mendapatkan analisa pemecahan masalah terhadap cacat kantong dan berat semen yang tidak sesuai batasan di *packer* IV PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

#### 3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. yang bertempat di Desa Sumberarum, Kecamatan Kerek, Tuban 62356, Jawa Timur, Indonesia. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada September 2015 hingga selesai.

#### 3.3 PENGUMPULAN DATA

Pada tahap pengumpulan data terdapat beberapa hal yang harus dilakukan agar dalam proses penelitian didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan pada penelitian, yaitu:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh rumusan kerangka teoritis dari masalah

yang diteliti, suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan menjalankan studi literatur di perpustakaan dengan membaca sumber-sumber data informasi yang berkaitan dengan pembahasan dalam penelitian ini. Selain itu data yang didapatkan juga berasal dari buku, jurnal, dan studi terhadap penelitian terdahulu. Dengan adanya studi literatur ini akan diperoleh secara teori mengenai permasalahan yang akan dibahas.

Dalam studi lapangan dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

- a. *Observasi*, yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan melakukan pengamatan secara langsung pada keadaan yang sebenarnya dari obyek yang diteliti pada seksi *packer* Tuban IV untuk meneliti mengenai jumlah kantong sobek dan berat semen yang tidak sesuai batasan perusahaan.
- b. *Interview*, yaitu metode dalam mendapatkan data dengan melakukan pengajuan pertanyaan secara langsung pada pihak perusahaan ketika melakukan suatu kegiatan sehingga dapat memberikan informasi penjelasan mengenai masalah-masalah yang sedang diteliti.
- c. *Brainstorming*, yaitu dengan melakukan diskusi dan bertukar pikiran kepada pegawai yang kapabel untuk mendapatkan penjelasan mengenai proses packaging semen sebagai objek dalam penelitian ini.
- d. Dokumentasi, yaitu metode pengumpulan data dengan menelusuri arsip maupun catatan yang ada pada seksi *packer* Tuban IV yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti.

## 2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah didapatkan berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan pada sebelumnya dengan tujuan untuk mencari penyebab-penyebab dari timbulnya suatu masalah.

## 3. Perumusan Masalah

Pada tahap perumusan masalah akan dilakukan perincian masalah yang nantinya akan dikaji dengan berdasarkan tujuan dari penelitian ini, dimana studi pustaka akan digunakan sebagai landasan dalam perumusan masalah ini.

## 4. Penentuan Tujuan Penelitian

Dalam penentuan tujuan ini dimaksudkan agar peneliti dapat terfokus pada masalah yang nantinya akan diteliti, sehingga hasil yang didapatkan akan terarah dan dapat tersusun secara sistematis. Selain itu, tujuan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui parameter keberhasilan dari suatu penelitian.

#### 5. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini terdapat beberapa data pendukung yang akan dibutuhkan, diantaranya:

- a. Profil dari perusahaan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.
- b. Data proses produksi PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.
- c. Data mengenai proses *packaging* semen PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban IV
- d. Data mengenai mesin yang digunakan untuk *packaging* semen PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban IV.
- e. Data mengenai berat produk semen per zak dalam periode tertentu.
- f. Data *part* mesin *packer* yang digunakan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban IV.
- g. Data mengenai kantong setelah proses *packaging* PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban IV.
- h. Data mengenai *material handling* yang digunakan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban IV.

### 3.4 TAHAP PENGOLAHAN DATA

Setelah dilakukan pengumpulan data, selanjutnya data akan diolah agar dapat dianalisa dengan mudah. Langkah-langkah dari pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Menentukan objek apa yang akan diteliti.
2. Data yang didapatkan dilapangan akan diolah dengan menerapkan pendekatan DMAI (*define, measure, analyze, improve*) dari *six sigma*. Tahapan tersebut akan digunakan sebagai acuan yang digunakan dalam penelitian yang nantinya akan memberikan saran atau rekomendasi perbaikan kepada perusahaan.
3. Menentukan CTQ dari produk kantong dan berat semen.
4. Mengidentifikasi jenis *Defect* lebih lanjut dengan menggunakan pareto
5. Melakukan pengolahan data dengan membuat peta kendali untuk data atribut (kantong sobek) dan data variabel (berat semen)
6. Melakukan pengolahan data dengan perhitungan DPMO (*Defect per Million Opportunities*), perhitungan level sigma

### 3.5 TAHAP ANALISIS DAN PEMBAHASAN

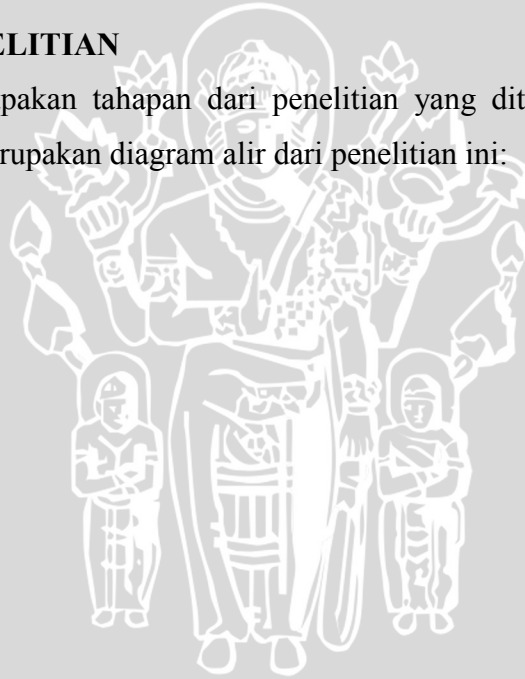
Tahap analisis dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui sumber penyebab masalah. Pada tahap ini juga dilakukan analisa menggunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya permasalahan. Selain itu pada tahap ini juga akan dilakukan analisa mengenai potensi kegagalan dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

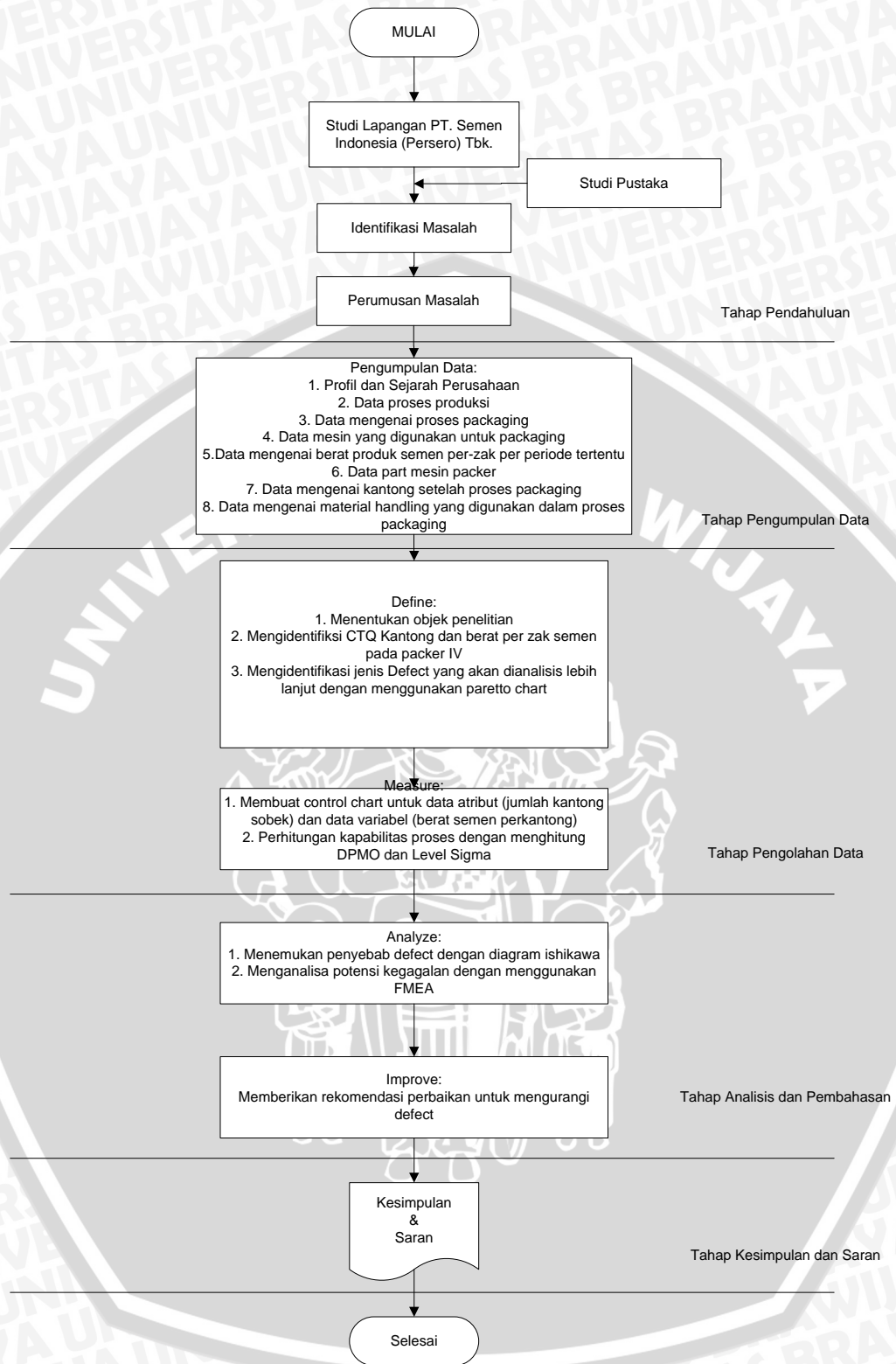
### 3.6 TAHAP KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran didapatkan dari penyelesaian dari permasalahan yang telah dirumuskan berdasarkan tujuan dari penelitian. Sedangkan saran akan diberikan kepada pihak perusahaan sebagai pertimbangan untuk melakukan perbaikan dari permasalahan yang ada.

### 3.7 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Diagram penelitian merupakan tahapan dari penelitian yang dituangkan dalam sebuah diagram alir, berikut merupakan diagram alir dari penelitian ini:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir dari penelitian yang akan dilakukan. Analisa kuantitatif digunakan pada penentuan pareto chart, pembuatan peta kendali, perhitungan *defect per million opportunities* (DPMO) dan level sigma. Sedangkan pendekatan deskriptif digunakan pada analisa dengan menggunakan diagram sebab-akibat, dan melakukan analisa dengan menggunakan *failure mode and effect analysis*.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan data, pengolahan data, dan tahap analisis dan pembahasan sesuai dengan yang telah dijabarkan pada diagram alir penelitian. Hasil yang didapatkan akan menjadi landasan untuk memberikan kesimpulan dan saran yang nantinya akan di gunakan sebagai usulan perbaikan kepada perusahaan.

### 4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada gambaran umum perusahaan akan dijelaskan mengenai sejarah perusahaan, lokasi perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, anak perusahaan, serta bagaimana proses produksi semen.

#### 4.1.1 Sejarah Perusahaan

Pada awal berdirinya, perusahaan ini diresmikan di Gresik pada tanggal 7 agustus 1957 oleh presiden RI pertama dengan kapasitas terpasang mencapai 31,8 juta ton/tahun. Pada tanggal 8 Juli 1991 saham perseroan tercatat di bursa efek Jakarta dan bursa efek Surabaya (kini menjadi bursa efek indonesia) serta merupakan BUMN pertama yang *go public* dengna menjual 40 juta lembar saham kepada masyarakat. Komposisi pemegang saham pada saat itu: Negara RI 73% dan masyarakat 27%.

Pada bulan September 1995, perseroan melakukan penawaran umum terbatas 1 (*right issue 1*), yang mengubah komposisi kepemilikan saham menjadi negara RI 65% dan masyarakat 35%. Pada tanggal 15 September 1995 PT. Semen Gresik berkonsolidasi dengan PT. Semen Padang dan Semen Tonasa. Total kapasitas terpasang perseroan saat itu sebesar 8,5 juta ton per tahun.

Pada tanggal 17 September 1998, Negara RI melepas kepemilikan sahamnya di perseroan sebesar 14% melalui penawaran terbuka yang dimenangkan oleh Cemex S. A. de C. V., yaitu perusahaan semen global yang berpusat di Meksiko. Komposisi perusahaan berubah menjadi Negara RI 51%, masyarakat 35%, dan Cemex 14%. Kemudian tanggal 30 September 1999 komposisi kepemilikan saham berubah menjadi: Pemerintah RI 51,0%, masyarakat 23,4% dan Cemex 25,5%, dan hingga terakhir pada tanggal 27 juli 2006 komposisi pemegang saham perseroan berubah menjadi: pemerintah 51,01% dan publik

sebesar 48,99%. Pada tanggal 20 Desember 2012, PT Semen Gresik (Persero) Tbk. resmi berganti nama menjadi PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. melalui Rapat Umum Pemegang Saham Luar Biasa (RUPSLB) Perseroan dengan memiliki anak perusahaan diantaranya: PT. Semen Gresik, PT. Semen Padang, PT. Semen Tonasa, dan Than Long Cemen Company.

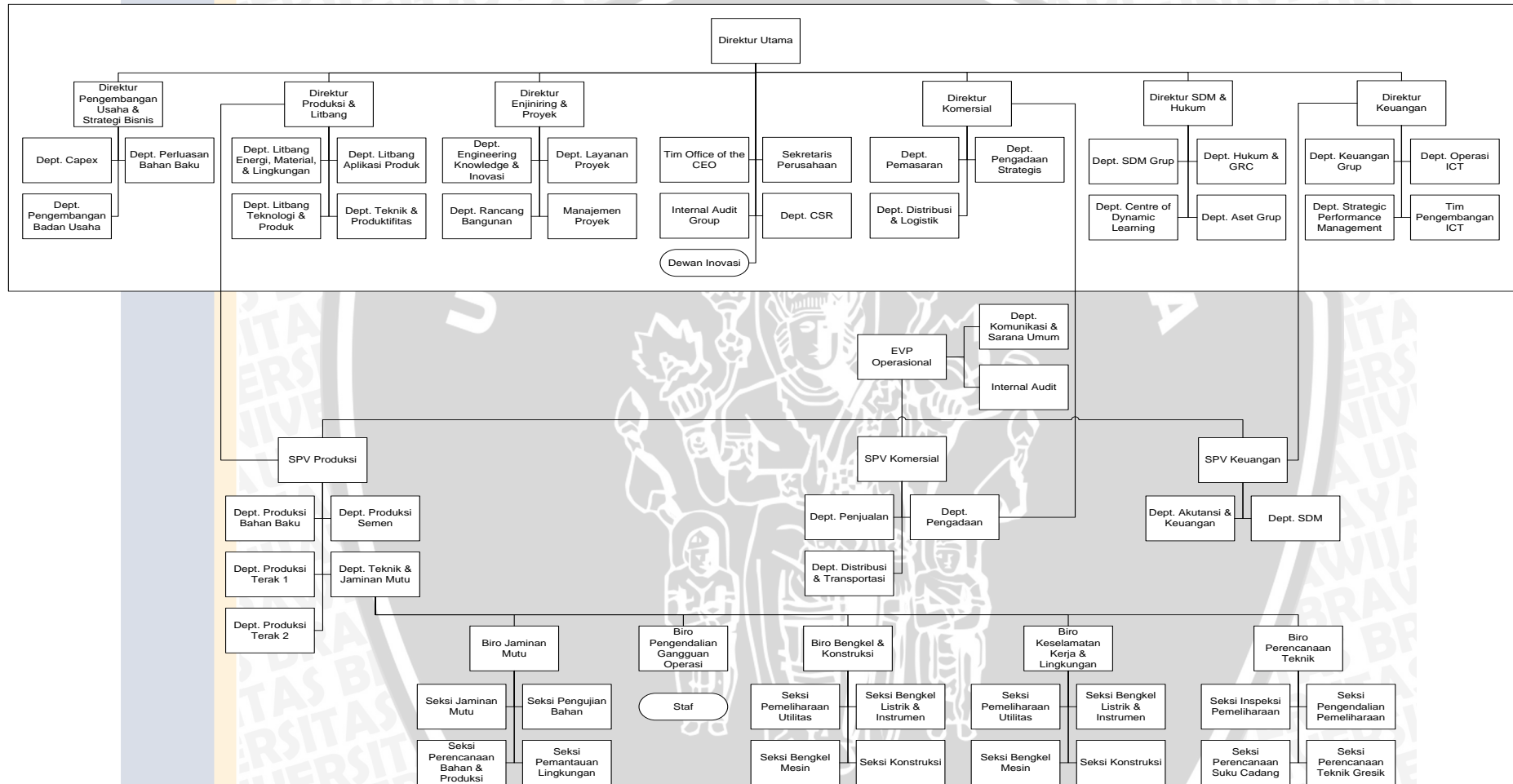
#### **4.1.2 Lokasi Perusahaan**

PT. Semen Indonesia memiliki beberapa lokasi diantaranya berada di daerah Sumatra, Jawa, Sulawesi, dan Vietnam. Penelitian ini dilakukan di pabrik Tuban tepatnya di Desa Sumberarum, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban.

#### **4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan**

Sesuai dengan Undang-Undang No 40 Tahun 2007 tentang Perseroan terbatas, Organ perusahaan terdiri dari Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), Dewan Komisaris dan Direksi. Kepengurusan perseroan menganut sistem dua badan (two boards system), yaitu Dewan Komisaris dan Direksi, yang memiliki wewenang dan tanggung jawab yang jelas sesuai fungsinya masing-masing sebagaimana diamanatkan dalam Anggaran Dasar dan Peraturan Perundang-Undangan.

Perseroan telah memiliki infrastruktur yang diperlukan dalam rangka implementasi GCG. Di jajaran Dewan Komisaris telah dibentuk komite-komite fungsional untuk memberdayakan fungsi pengawasan. Demikian pula di jajaran Direksi telah dibentuk unit kerja yang mengendalikan, mengawal dan bertanggung jawab atas implementasi GCG dan juga bertugas sebagai mitra kerja dari komite-komite di bawah Dewan Komisaris, sebagaimana bagan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi PT Semen Indonesia  
 Sumber: PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

#### 4.1.4 Visi dan Misi Perusahaan

Berikut merupakan visi dan misi PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.:

Visi: Menjadi perusahaan persemenan terkemuka di Indonesia dan Asia Tenggara.

Misi:

1. Memproduksi, memperdagangkan semen dan produk terkait lainnya yang berorientasikan kepuasan konsumen dengan menggunakan teknologi ramah lingkungan.
2. Mewujudkan manajemen perusahaan berstandar internasional dengan menjunjung tinggi etika bisnis dan semangat kebersamaan, serta bertindak proaktif, efisien dan inovatif dalam setiap karya.
3. Meningkatkan keunggulan bersaing dalam industri semen domestik dan internasional.
4. Memberdayakan dan mensinergikan unit-unit usaha *strategic* untuk meningkatkan nilai tambah serta berkesinambungan.
5. Mengembangkan komitmen terhadap pemangku kepentingan *stake – holders* terutama pemegang saham, karyawan dan masyarakat sekitar.

#### 4.1.5 Anak Perusahaan

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. memiliki 4 anak perusahaan penghasil semen, diantaranya:

1. Semen Padang, memiliki 4 pabrik semen, kapasitas terpasang 6 juta ton semen pertahun, berlokasi di Indarung, Sumatera Barat. Semen Padang memiliki 5 pengantong semen, yaitu: Teluk Bayur, Belawan, Batam, Tanjung Priok, dan Ciwandan.



**Gambar 4.2** Logo Semen Padang  
Sumber: [www.semenindonesia.com](http://www.semenindonesia.com)

2. Semen Gresik, memiliki 4 pabrik dengan kapasitas terpasang 8,5 juta ton semen pertahun yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Semen Gresik memiliki 2 pelabuhan, yaitu: Pelabuhan khusus Semen Gresik di Tuban dan Gresik. Semen Gresik pabrik tuban berada di Desa Sumberarum, Kec Kerek.



**Gambar 4.3** Logo Semen Gresik  
Sumber: [www.semenindonesia.com](http://www.semenindonesia.com)

3. Semen Tonasa, memiliki 4 pabrik semen, kapasitas terpasang 6,5 juta ton semen pertahun, berlokasi di Pangkep, Sulawesi Selatan. Semen Tonasa memiliki 9 pengantong semen, yaitu: Biringkasi, Makassar, Samarinda, Banjarmasin, Pontianak, Bitung, Palu, Ambon, Bali.



**Gambar 4.4** Logo Semen Tonasa  
Sumber: [www.semenindonesia.com](http://www.semenindonesia.com)

4. *Thang Long Cement Company*, memiliki kapasitas terpasang 2,3 juta ton semen pertahun, berlokasi di Quang Ninh, Vietnam. *Thang Long Cement Company* memiliki 3 pengantong semen.



**Gambar 4.5** Logo Thang Long Cement  
Sumber: [www.semenindonesia.com](http://www.semenindonesia.com)

Selain itu PT. Semen Indonesia juga memiliki anak perusahaan yang bukan penghasil semen, antara lain:

1. PT. United Tractors Semen Gresik
2. PT. Industri Kemasan Semen Gresik
3. PT. Kawasan Industri Gresik
4. PT. Swadaya Graha
5. PT. Varia Usaha
6. PT. Eternit Gresik

Afiliasi pada PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. yaitu:

1. PT. Varia Usaha Beton
2. PT. Waru Abadi
3. PT. Varia Usaha Bahari
4. PT. Varia Usaha Dharma Segara
5. PT. Varia Usaha Lintas Segara
6. PT. Varia Usaha Barito
7. PT. Swabina Gatra
8. PT. Konsulta Semen Gresik

Lembaga Penunjang pada PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. yaitu:

1. Koperasi Warga Semen Gresik
2. PT. Cipta Nirmala
3. Dana Pensiun Semen Gresik
4. Yayasan Wisma Semen Gresik

#### 4.1.6 Proses Produksi Semen

Pada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. dilakukan proses kering dalam proses pembuatan produk semen, dimana proses kering memakai proses penggilingan yang dilanjutkan dengan proses pembakaran. Terdapat 5 tahapan dalam proses ini, seperti: proses pengeringan dan penggilingan bahan baku di *Rotary Dryer* dan *Roller Meal*, proses pencampuran untuk mendapatkan campuran yang homogen, proses pembakaran bahan baku untuk menghasilkan terak, proses pendinginan terak, dan terakhir proses penggilingan *Clinker* dan *gypsum*.

Proses diawali dengan kedatangan material bahan baku masuk ke pelabuhan yang selanjutnya akan dilakukan sampling kesesuaian mutu. Apabila material bahan baku dibawah standar maka akan dilakukan potongan mutu (harga bahan baku). Proses selanjutnya bahan baku akan masuk ke proses produksi yaitu meliputi *crusher*, *raw mill*, *kiln* dan *finish mill*. Untuk lebih jelas, proses pembuatan semen secara kering dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah.





dihaluskan dan material koreksi yang terdiri dari *Limestone High Grade*, *Silika Sand* dan *Iron Sand* dimasukkan dalam satu campuran tertentu kemudian dialirkan melalui *Bucket* ke *Cooler Mill* untuk pengeringan. Material produk dari *Raw Mill* mempunyai kehalusan 80% lolos pada saringan 170 *Mesh*. Produk ini kemudian disimpan dalam silo-silo penyimpan sebagai umpan kiln, sedangkan material yang masih belum memenuhi standar kehalusan *Raw Mill* dialirkan kembali ke *Bucket* untuk digiling ulang.

### 3. *Kiln*

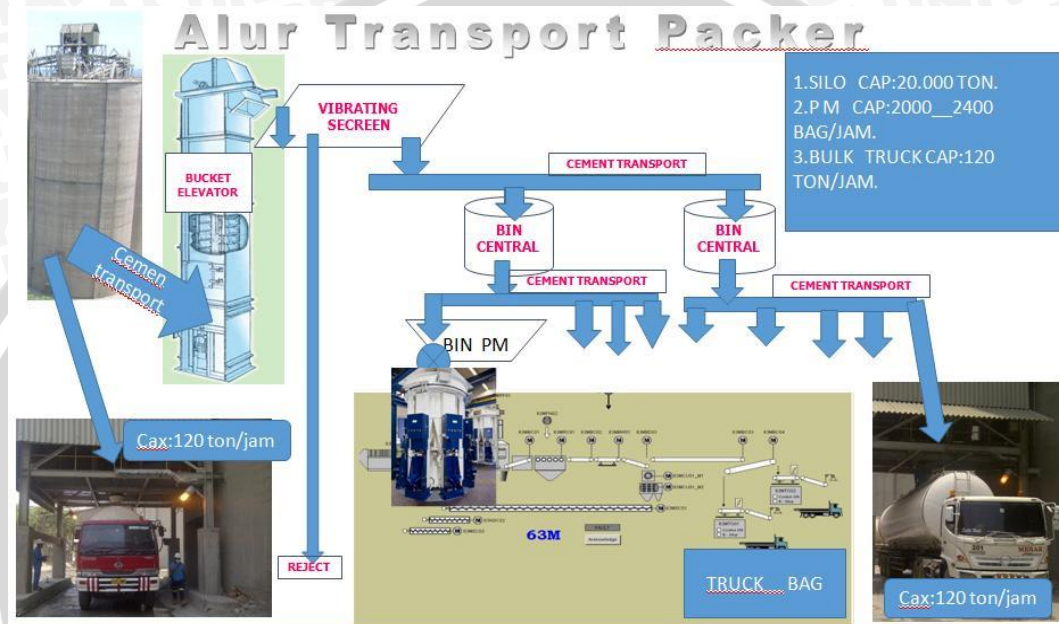
*Kiln* adalah suatu unit peralatan berbentuk tanur putar yang berfungsi untuk membakar umpan menjadi suatu material yang disebut *Clinker*. *Kiln* menghasilkan *Clinker* 7500 ton per hari. Produk *kiln* merupakan bahan setengah jadi yang berbentuk bulatan dengan diameter 1-8 cm. *Clinker* ini merupakan senyawa kompleks yang terbentuk dari lelehan oksida-oksida umpan pada temperatur 650-1400°C. Proses pemanasan terjadi bertahap, mulai dari penguapan kadar air, kalsinasi sampai pada proses *Clinkerisasi*. Pemanasan pada kiln dimulai dengan pemanasan awal pada *cyclone (preheater)* yang terdiri dari 4 stage. Stage 1 dan 2 berfungsi untuk penguapan air, stage 3 dan 4 berfungsi untuk kalsinasi dengan temperature 800-880°C. Proses *Clinkerisasi* terjadi pada *Kiln Cell* dengan temperatur 1400°C. Selanjutnya lelehan yang keluar dari *Kiln* didinginkan dalam *Cooler* secara mendadak melalui ayakan sehingga produk yang keluar berbentuk granular. *Clinker* yang dihasilkan disimpan dalam *doom (Storage Clinker)*.

### 4. *Finish Mill*

*Finish Mill* adalah suatu unit peralatan yang berfungsi sebagai penggiling akhir. Proses diawali dengan kedatangan bahan tambahan yang meliputi *Gypsum*, *Fly Ash* dan Batu *Trass*. Sebelum material bahan baku masuk ke *finish mill*. *Mill* yang berukuran 13 m dibagi atas dua kompartemen, yaitu kompartemen pertama sepanjang 2,5 m berisi *Grinding Ball* (Bola-bola Baja) berdiameter 40-70 mm fungsinya untuk pemecahan bahan material. kemudian material masuk ke kompartemen kedua sepanjang 10,5 m yang berisi *grinding Ball* berdiameter 17-20 mm. *Clinker* bersama-sama dengan *Gypsum* digiling dalam *mill* tersebut. Setelah melalui proses *finish mill*, semen yang sudah jadi di masukkan ke *silo* untuk dilakukan inspeksi mutu. Semen yang kualitasnya dibawah mutu akan di-*mix* dengan semen yang ada di silo yang lain hingga memenuhi toleransi spesifikasi mutu, siap untuk di-*packing* dan di-*release*.

## 4.2 Proses *Packaging*

Proses packaging merupakan proses terakhir yang ada di perusahaan setelah proses *finish mill*. Pada proses ini dilakukan pada seksi packer dan pelabuhan. Semen yang telah selesai diproses pada *finish mill* akan mengalami beberapa tahapan proses yang dilakukan oleh beberapa tempat/mesin yaitu *silo storage*, *bucket elevator*, *vibrating screen*, *air slide*, dan terakhir yaitu *packer machine*, proses operasi pada seksi packer digambarkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Proses *Packaging* Semen  
Sumber: PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

### 1. *Silo Storage*

*Silo* merupakan alat yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan, pencampuran (*blending*) maupun homogenisasi semen dalam bentuk *bulk* dari hasil produksi *Finish Mill*. *Silo* merupakan tempat penyimpanan produk dengan kapasitas besar dan relatif kontinyu kebutuhannya. Pada umumnya *silo* semen strukturnya menggunakan *concrete* dengan sistem *Three Dimensional supoorting Shell structure made of reinforce cement/ prestressed concrete* dengan metode pengecoran *sliding* dan di desain oleh tenaga ahli yang *expert* dan berpengalaman terhadap beban statik dan *safety*-nya.

### 2. *Bucket Elevator*

*Bucket Elevator* merupakan alat *transport vertical* untuk memindahkan material (*Bulk Material*). Material masuk (*feeding*) melalui *chute* menuju timba (*bucket*) di area *bucket elevator boot* kemudian diangkat oleh timba – timba menuju *bucket elevator head* dan material di tumpah bebas menuju *chute outlet bucket (Discharge*

*Chute*). *Bucket elevator* dapat dibagi menjadi beberapa bagian.

- a. *Bucket Elevator Head*.
- b. *Bucket elevator Boot*.
- c. *Shaft casing and traction* termasuk timba (*bucket*)
- d. Sistem pengaman tambahan juga di pasang untuk monitoring beberapa komponen.

### 3. *Vibrating Screen*

Fungsi utama dari *vibrating screen* adalah sebagai penyaring atau pemisah material asing dari hasil produk yang berupa *powder* seperti semen, batu kapur, atau *gypsum*. Selain itu tujuan utama *vibrating screen* di *packer* adalah untuk melindungi mesin *packer* sebelum dilakukan pengantongan. Masuknya material asing kedalam mesin *packer* terutama material yang mengandung logam dapat merusak *impeler* dan dapat meningkatkan keausan pada *filling spout*.

Bagian-bagian *Vibrating screen* terdiri atas:

- a. *Base frame* dengan spiral/ *spring* yang tergantung pada stu atas.
- b. Shaft dengan dengan bandul unbalance di masing masing sisi.
- c. *Motor drive* dan *bracket motor*.

### 4. *Airslide*

*Airslide* merupakan alat *transport* material yang mampu memindahkan material bentuk *powder* / bubuk seperti semen, dust, dll dengan cara mengkombinasikan tekanan udara dan gravitasi sehingga material bubuk dapat mengalir seperti cairan. *Airslide* merupakan *conveyor slide* yang sangat efisien, tenang dan tanpa bergerak. Konveyor ini juga sangat hemat biaya dan biaya perawatan yang sedikit. Konveyor *slide* ini sangat bermanfaat untuk digunakan pada sistem yang lurus, Juga sangat efektif sebagai sistem transport yang besar dengan bantuan *bin* atau *junction box*, *airslide* dapat dengan mudah diubah arahnya, digabung atau dipisah menjadi beberapa *conveyor slide* tanpa membutuhkan *power* tambahan. Membukal atau menutup *gate* dapat diatur ke setiap titik dari sistem untuk mengontrol aliran material dan arah material. Jangkauan maksimum dari *conveyor* adalah terbatas sesuai dengan ketinggian dari sumber. *Conveyor* memerlukan minimal *drop* 5 derajat sudut berfungsi dengan baik. Sebuah sudut 10 derajat dianjurkan untuk kebanyakan aplikasi. Konveyor *slide* udara juga memanfaatkan komponen *conveyor* tradisional seperti *diverter gate*, aliran kontrol/ *flow control* dan *sliding gate* untuk buka dan tutup.

#### 5. *Packer Machine*

*Packer* mesin adalah sebuah mesin yang digunakan untuk pengantongan semen secara otomatis. Adapun berat bersih dari pengantongan ditentukan dari kapasitas mesin. Dalam hal ini, untuk mesin roto *packer* yang terpasang di PT. Semen Indonesia dapat diatur beratnya sesuai dengan kebutuhan pasar, yaitu 40 Kg dan 50 Kg. Pilihan tersebut tersedia pada sistem yang terpasang pada mesin *packer*.

### 4.3 DMAI *Six Sigma*

DMAIC merupakan konsep dari *six sigma*, dimana salah satu dari tujuan konsep ini adalah untuk meminimalisir tingkat kecacatan. Tahapan ini dimulai dari *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*. Namun pada penelitian ini hanya terbatas pada tahap *improve* dimana merupakan usulan perbaikan yang akan diberikan kepada perusahaan untuk meminimalisir jumlah kecacatan pada kantong dan berat semen.

#### 4.4 *Define*

Pada tahap ini akan didefinisikan mengenai permasalahan yang harus diberikan perhatian untuk dapat mencapai performa mutu yang lebih baik. Beberapa pembahasan yang akan dibahas pada tahap ini antara lain objek penelitian yang berupa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, *Critical to Quality* yang akan ditinjau dari kantong semen maupun berat semen perkantong, dan mengidentifikasi jenis *defect* yang akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan *paretto chart*.

##### 4.4.1 **Objek Penelitian**

Objek yang akan dibahas pada penelitian ini adalah jumlah kantong yang sobek setiap periode dan berat semen yang banyak keluar dari batas yang ditentukan oleh perusahaan. Pada informasi yang diberikan sebelumnya di bab 1, pada tabel 1.1 dapat dilihat bahwa terdapat 3 buah data yang keluar dari batas yang telah ditentukan, sedangkan perusahaan telah menetapkan bahwa untuk berat semen per kantong memiliki batasan yaitu tidak kurang maupun lebih dari 0,5 kg, sedangkan untuk jumlah kantong sobek tidak boleh melebihi 2% dari total *release* per hari.

Untuk produk kantong semen yang dirilis memiliki beberapa tipe diantaranya kantong semen yang dengan satu lapis (*one ply*), dua lapis (*two ply*), dan tiga lapis (*tree ply*) sedangkan pada masing-masing tipe ditutup dengan cara dijahit dan dilem. Sedangkan jika dilihat dari produk semen per kantonya seksi *packer IV* melakukan

*packaging* untuk jenis semen PPC 40 dan 50 kilogram. Nilai berat semen per kantong, dapat diatur pada *setpoint* yang terdapat pada mesin *Claudius peters*.

#### 4.4.2 Critical To Quality Kantong Semen

*Critical to quality* merupakan unsur-unsur dari suatu proses maupun produk secara signifikan mempengaruhi kualitas kantong ketika proses *packaging* berlangsung baik ditinjau dari segi pelanggan maupun dari segi *user*. Identifikasi dari *critical to quality* pada penelitian ini didapatkan dari informasi yang diberikan oleh user dan manajer yang berada pada seksi packer dan pelabuhan pabrik Tuban IV. Beberapa karakteristik CTQ yang mempengaruhi kualitas kantong diantaranya:

1. Kualitas produk ditinjau dari segi pembuatan
  - a. Proses pembuatan kantong dengan cara dijahit  
Pada faktor ini, jika jahitan pada kantong kurang rapat, dapat menyebabkan kantong bocor ketika proses pengisian berlangsung
  - b. Proses pembuatan kantong dengan cara dilem  
Pada kantong yang dibuat dengan cara dilem, tentu pengeleman harus dilakukan dengan baik, dan dengan kadar yang sesuai.
  - c. Proses pemasangan *Valver*  
*Valver* merupakan lubang yang digunakan sebagai tempet pengisian semen lubang ini akan menutup ketika semen telah terisi penuh namun seringkali lubang *valver* terlalu lebar maupun terlalu sempit, sehingga kantong tidak bisa digunakan.
2. Kualitas produk ditinjau dari segi proses perpindahan produk
  - a. Kualitas produk pada BC-4  
BC 4 merupakan penghubung antara *roll conveyor* dengan *belt conveyor* 5. Di tengah-tengah antara BC-4 terdapat *neraca* yang berfungsi mengukur berat semen perkantong dengan posisi yang tidak bergerak. Sehingga gesekan antara pelat neraca dengan permukaan kantong dapat mengakibatkan terjadinya kantong sobek.
  - b. Kualitas Produk Pada BC-5  
BC 5 merupakan *conveyor* yang berbentuk *belt* dengan memiliki 2 arah belokan yang tajam. Sehingga akan mengakibatkan robeknya kantong jika kantong bersifat tipis.

- c. Kualitas Produk Pada *Belt-TO*  
*Belt-TO* merupakan penghubungn antara BC-5 dengan bak truk. *Conveyor* ini memiliki jalur yang tegak lurus sehingga dapat menyebabkan semen terlalu deras meluncur hingga jatuh dari lintasan
- d. Kualitas Produk pada BT (*Bag chute*)  
 BT merupakan pelat besi yang ada pada ujung *conveyor* khususnya pada Belt tor

#### 4.4.3 Analisa *Pareto*

Setelah semua faktor yang mempengaruhi kualitas dari kantong terdefinisi tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dengan menggunakan diagram *pareto*. Diagram *pareto* digunakan untuk mengetahui seberapa tingkat kepentingan dari faktor-faktor yang telah teridentifikasi pada CTQ terhadap proses *packaging*. Tabel 4.1 merupakan tabel yang menjelaskan mengenai total *defect* kantong yang terjadi pada bulan Januari.

Tabel 4.1 *Defect* Kantong Pada Bulan Januari

Tanggal	Release	Jenis – jenis cacat							Total
		Proses Pembuatan			Proses Transportasi				
		Lem	Jahit	Valver	BC-4	BC-5	Belt-To	BT	
01-Jan-16	15,980	17	-	10	-	-	3	5	35
02-Jan-16	15,215	23	-	1	-	-	1	5	30
03-Jan-16	69,633	38	-	14	-	-	11	15	78
04-Jan-16	86,907	66	-	17	-	-	11	19	113
05-Jan-16	104,275	70	-	25	-	-	14	30	139
06-Jan-16	109,200	87	-	31	-	-	11	21	150
07-Jan-16	99,260	88	-	49	-	-	6	12	155
08-Jan-16	97,875	88	-	44	-	-	16	23	171
09-Jan-16	101,390	76	-	32	-	-	8	16	132
10-Jan-16	76,525	60	-	21	-	-	11	21	113
11-Jan-16	81,548	64	-	65	-	-	19	90	238
12-Jan-16	111,006	70	-	32	-	-	9	22	133
13-Jan-16	105,645	84	-	48	-	-	17	26	175
14-Jan-16	105,928	69	-	48	-	-	11	22	150
15-Jan-16	92,870	72	9	57	3	4	25	35	205
16-Jan-16	95,215	112	6	52	-	-	13	21	204
17-Jan-16	93,289	48	9	31	-	-	9	31	128
18-Jan-16	92,202	59	7	31	-	-	10	28	135
19-Jan-16	101,619	69	-	38	-	-	14	25	146
20-Jan-16	113,917	88	-	21	-	-	9	18	136
21-Jan-16	104,785	99	2	53	-	-	16	22	192
22-Jan-16	103,269	62	2	17	-	-	12	21	114
23-Jan-16	100,153	64	2	31	-	-	13	19	129
24-Jan-16	77,032	64	-	25	-	-	9	21	119
25-Jan-16	67,023	37	-	18	-	-	11	21	87
26-Jan-16	84,260	83	-	57	-	-	15	38	193
27-Jan-16	86,874	80	-	33	3	3	16	24	159

Tabel 4.1 *Defect* Kantong Pada Bulan Januari (Lanjutan)

Tanggal	Release	Jenis – jenis cacat							Total
		Proses Pembuatan			Proses Pengisian				
		Lem	Jahit	Lem	BC-4	BC-5	Belt-To	BT	
28-Jan-16	93,365	89	1	63	-	-	16	24	193
29-Jan-16	84,900	96	-	83	-	-	16	26	221
30-Jan-16	90,120	119	2	55	-	-	25	36	237
31-Jan-16	98,388	81	-	50	-	-	14	34	179
<b>TOTAL</b>	<b>2,759,668</b>	<b>2,222</b>	<b>40</b>	<b>1,152</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>391</b>	<b>771</b>	<b>4,589</b>

Sumber: *Packer* IV Tuban PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

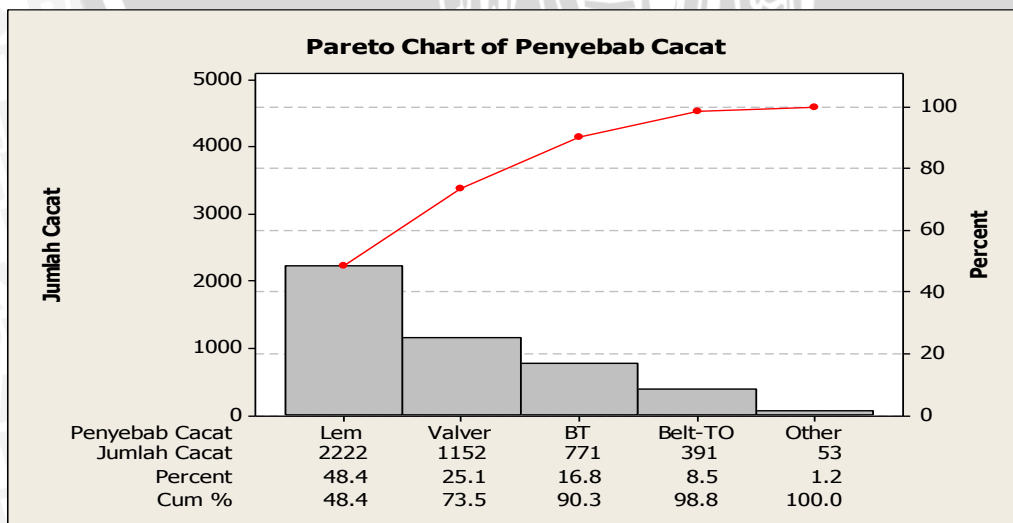
Dari tabel diatas diketahui bahwa kerusakan terbesar terjadi diakibatkan proses pembuatan dengan menggunakan lem yaitu sebesar 2.222 produk. Sedangkan kerusakan terkecil diakibatkan karena kantong yang pecah pada lintasan BC 4 yaitu sebesar 6 produk.

Setelah dilakukan perekapan terhadap faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya cacat pada proses packaging, selanjutnya dilakukan dengan mencari prosentase dengan nilai kumulatif dari masing-masing faktor dengan menggunakan tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Prosentase dan Nilai Komulatif Cacat Kantong

No.	Penyebab Cacat	Jumlah Cacat	Prosentase	Komulatif
1	Lem	2222	48.42%	48.42%
2	Valver	1152	25.10%	73.52%
3	BT	771	16.80%	90.32%
4	Belt-TO	391	8.52%	98.84%
5	Jahit	40	0.87%	99.71%
6	BC-5	7	0.15%	99.86%
7	BC-4	6	0.13%	100.00%
	<b>Jumlah</b>	<b>4589</b>	<b>100.00%</b>	

Selanjutnya dilakukan pembuatan diagram *pareto* untuk mengetahui penyebab cacat yang secara signifikan berpengaruh pada kantong semen. Gambar 4.8 merupakan diagram pereto yang menampilkan prosesntase cacat pada kantong semen yang sobek.

Gambar 4.8 Diagram *Pareto* Cacat Kantong

Dari analisis *pareto* dapat diketahui prosentase faktor yang mempengaruhi cacat pada kantong semen yaitu cacat yang diakibatkan oleh pembuatan kantong dengan melalui lem yaitu sebesar 48,4 % atau sejumlah 2222, cacat yang diakibatkan oleh *valver* yaitu sebesar 25,1 % atau sejumlah 1152 dan cacat yang diakibatkan oleh proses yang ada pada BT yaitu sebesar 16,8% atau sejumlah 771.

#### 4.5 Measure

Tahap *Measure* berkaitan dengan pengumpulan informasi mengenai kondisi saat ini dan melakukan pengukuran atau studi kemampuan proses yang ada saat ini.

##### 4.5.1 Pengumpulan Data, Perhitungan DPMO dan Level Sigma

###### 1. Pengumpulan data kantong semen

Berikut merupakan tabel 4.3 yaitu rekap data dari jumlah kantong yang di-*release* dan jumlah kantong pecah pada bulan Januari 2016.

Tabel 4.3 Data *release* dan jumlah kantong pecah bulan Januari 2016

<b>Tanggal</b>	<b>Release</b>	<b>Pecah</b>
1-Jan-16	15980	35
2-Jan-16	15215	30
3-Jan-16	69633	78
4-Jan-16	86907	113
5-Jan-16	104275	139
6-Jan-16	109200	150
7-Jan-16	99260	155
8-Jan-16	97875	171
9-Jan-16	101390	132
10-Jan-16	76525	113
11-Jan-16	81548	238
12-Jan-16	111006	133
13-Jan-16	105645	175
14-Jan-16	105928	150
15-Jan-16	92870	205
16-Jan-16	95215	204
17-Jan-16	93289	128
18-Jan-16	92202	135
19-Jan-16	101619	146
20-Jan-16	113917	136
21-Jan-16	104785	192
22-Jan-16	103269	114
23-Jan-16	100153	129
24-Jan-16	77032	119
25-Jan-16	67023	87
26-Jan-16	84260	193
27-Jan-16	86874	159
28-Jan-16	93365	193
29-Jan-16	84900	221
30-Jan-16	90120	237
31-Jan-16	89088	179
<b>Jumlah</b>	<b>2750368</b>	<b>4589</b>



Dari tabel diatas diketahui bahwa jumlah kantong sobek terbesar terjadi pada tanggal 11 Januari yaitu sebesar 238 kantong, sedangkan jumlah kantong sobek terkecil terjadi pada tanggal 2 Januari yaitu sebesar 30 kantong.

## 2. Pengumpulan data kantong semen

Tabel 4.4 merupakan hasil dari pengambilan data berat semen perkantong pada bulan Januari 2016.

Tabel 4.4 Data berat semen bulan Januari 2016

No	Tanggal Pengambilan	Waktu Pengambilan	Hasil Observasi Berat Semen Sesudah Diisi Ditiap Spout					Rata-rata	Range
			1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)	....	8 (kg)		
1	01-Jan-16	00.00 - 08.00	41,12	40,11	39,98	....	40,36	40,26	6,29
		08.00 - 16.00	40,03	37,70	39,96	....	40,89	39,36	3,19
		16.00 - 00.00	39,55	39,78	39,39	....	40,44	40,10	2,59
2	02-Jan-16	00.00 - 08.00	40,31	40,44	40,39	....	40,35	40,71	2,36
		08.00 - 16.00	38,87	39,54	40,02	....	41,01	39,85	2,14
		16.00 - 00.00	40,49	41,54	40,46	....	40,43	40,71	2,64
3	03-Jan-16	00.00 - 08.00	38,02	41,38	40,32	....	40,11	40,60	3,36
		08.00 - 16.00	40,49	39,91	38,83	....	40,07	39,56	3,45
		16.00 - 00.00	38,12	39,77	37,69	....	41,09	39,18	4,52
....	....	....	....	....	....	....	....	....	
		....	....	....	....	....	....	....	
		....	....	....	....	....	....	....	
30	30-Jan-16	00.00 - 08.00	40,82	39,98	41,60	....	39,84	40,79	2,68
		08.00 - 16.00	42,31	40,86	39,84	....	40,73	40,58	2,76
		16.00 - 00.00	39,05	37,38	42,14	....	43,30	40,48	5,92
31	31-Jan-16	00.00 - 08.00	41,23	40,52	40,09	....	40,33	40,48	2,16
		08.00 - 16.00	37,89	39,95	39,98	....	40,48	40,14	3,87
		16.00 - 00.00	39,96	40,17	40,02	....	39,93	40,34	3,17
							<b>Xrata2</b>	<b>40,42</b>	<b>3,25</b>

Pada tabel 4.4 diketahui data diambil selama bulan Januari dengan 3 waktu pengambilan yang berbeda setiap harinya. Jumlah sampel yang diambil yaitu 8, dengan 93 observasi.

## 3. Perhitungan DPMO dan level *sigma* jumlah kantong sobek pada bulan Januari 2016

Total kerusakan = 4589

Jumlah unit yang diperiksa =: 2750368

$$DPMO = \left( \frac{\text{Banyaknya Kerusakan}}{\text{Jumlah unit yang diperiksa}} \right) \times 1000000$$

$$DPMO = \left( \frac{4589}{2750368} \right) \times 1000000 = 1668$$

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

$$\text{Nilai Level Sigma} = \text{Normsinv} \left( \frac{1000000 - 1668}{1000000} \right) + 1,5 = 4,43 \text{ sigma}$$

4. Perhitungan DPMO dan level *sigma* berat semen per-kantong yang tidak sesuai pada bulan Januari 2016

Jumlah unit semen dengan berat yang tidak sesuai = 302

Jumlah unit yang diperiksa = 744

$$DPMO = \left( \frac{\text{Banyaknya Kerusakan}}{\text{Jumlah unit yang diperiksa}} \right) \times 1000000$$

$$DPMO = \left( \frac{302}{744} \right) \times 1000000 = 405914$$

$$\bar{\bar{X}} = 40,42$$

$$S \text{ Dev} = 0,556$$

$$LSL = 39,50$$

$$USL = 40,50$$

$$\text{Level Sigma} = \text{Min} \left( \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{SDev}; \frac{USL - \bar{\bar{X}}}{SDev} \right)$$

$$= \text{Min} \left( \frac{40,42 - 39,50}{0,556}; \frac{40,50 - 40,42}{0,556} \right)$$

$$= \text{Min} (1,56; 0,143)$$

$$\text{Level Sigma} = 0,143$$

#### 4.5.2 Peta Kendali Atribut Untuk Jumlah Kantong Sobek

Peta kendali Atribut dilakukan untuk mengetahui apakah proses penggunaan kantong berada pada batas kendali atau tidak. Berikut merupakan peta kendali proporsi pada kantong semen untuk jumlah kantong sobek yang ada di *packer* IV pabrik Tuban dengan data yang diambil pada bulan Januari 2016.

Berikut dilakukan perhitungan nilai garis tengah / *centre line* (CL), batas kendali atas / *upper control limited* (UCL), dan batas kendali bawah / *lower control limited* (LCL) untuk selanjutnya dilakukan plotting dan didapatkan peta kendali p pada bulan Januari 2016.

1. Perhitungan nilai CL

$$\bar{p} = \frac{\sum p}{n}$$

$$\bar{p} = \frac{4589}{2750368}$$

$$\bar{p} = 0,001669$$

Hasil dari  $\bar{p}$  merupakan nilai dari CL yaitu 0,001669

2. Penentuan nilai UCL dan LCL

Berikut merupakan nilai dari UCL dan LCL untuk data pertama bulan Januari 2016

- a. Perhitungan nilai UCL

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

$$UCL = 0,001669 + 2 \sqrt{\frac{0,001669(1-0,001669)}{94334}}$$

$$UCL = 0,002314$$

b. Perhitungan nilai LCL

$$LCL = \bar{p} - 2 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = 0,001669 - 2 \sqrt{\frac{0,001669(1-0,001669)}{94334}}$$

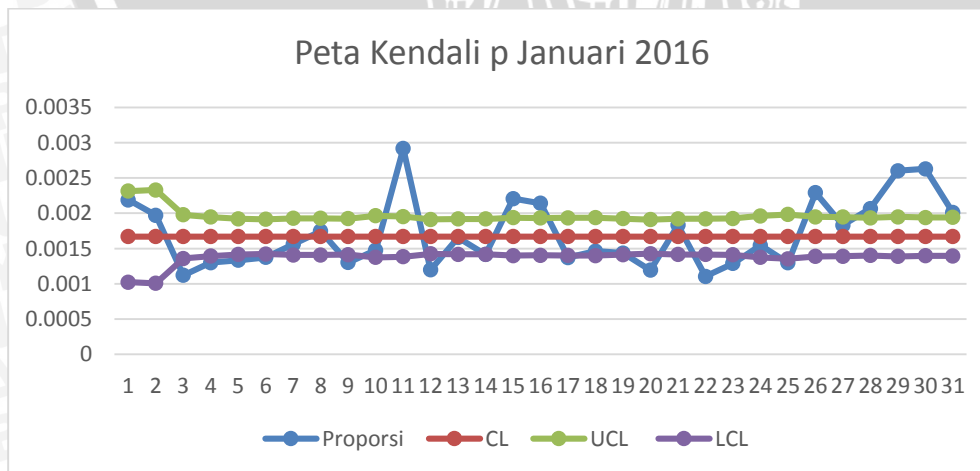
$$LCL = 0,001023$$

Dengan perhitungan yang sama untuk data selanjutnya, maka akan didapatkan tabel 4.5 yaitu nilai CL, UCL dan LCL yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.5 nilai proporsi, CL, UCL dan LCL pada bulan Januari 2015

Tanggal	Release	Pecah	Proporsi	CL	UCL	LCL
01-Jan-16	15980	35	0,00219	0,001669	0,002314	0,001023
02-Jan-16	15215	30	0,001972	0,001669	0,00233	0,001007
03-Jan-16	69633	78	0,00112	0,001669	0,001978	0,001359
04-Jan-16	86907	113	0,0013	0,001669	0,001945	0,001392
05-Jan-16	104275	139	0,001333	0,001669	0,001921	0,001416
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
29-Jan-16	84900	221	0,002603	0,001669	0,001949	0,001388
30-Jan-16	90120	237	0,00263	0,001669	0,00194	0,001397
31-Jan-16	89088	179	0,002009	0,001669	0,001942	0,001395
<b>Jumlah</b>	<b>2750368</b>	<b>4589</b>				

Selanjutnya nilai proporsi, CL, UCL dan LCL akan di-plot dalam peta kendali proses. Berikut merupakan gambar 4.9 yang merupakan *ploting* dari peta kendali proses untuk bulan Januari 2016



Gambar 4.9 peta kendali proporsi

Dapat dilihat dari 31 data yang ada pada bulan Januari 2016, terdapat beberapa data

yang keluar dari batas kendali diantaranya data ke 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 31. Sehingga revisi perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab yang secara khusus mempengaruhi kecacatan yang terjadi pada kantong semen dengan harapan agar kecacatan tidak terjadi kembali. Cara merevisi peta kendali dilakukan dengan mengambil produk yang keluar dari batas kendali dan diteliti dengan harapan permasalahan yang sama tidak akan terulang kembali.

#### 4.5.3 Peta Kendali Variabel Untuk Berat Semen Per Kantong

Peta kendali variabel digunakan untuk mengetahui apakah proses pengisian semen pada kantong berada pada batas kendali atau tidak. Untuk data berat semen per kantong, akan digunakan peta kendali  $\bar{X}$  dan R. tabel 4.6 merupakan peta kendali variabel dengan data yang diambil pada bulan Januari 2016.

Tabel 4.6 Data untuk peta kendali variabel

No	Tanggal Pengambilan	Waktu Pengambilan	Hasil Observasi Berat Semen Sesudah Diisi Ditiap Spout					Rata-rata	Range
			1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)	....	8 (kg)		
1	01-Jan-16	00.00 - 08.00	41,12	40,11	39,98	....	40,36	40,26	6,29
		08.00 - 16.00	40,03	37,70	39,96	....	40,89	39,36	3,19
		16.00 - 00.00	39,55	39,78	39,39	....	40,44	40,10	2,59
2	02-Jan-16	00.00 - 08.00	40,31	40,44	40,39	....	40,35	40,71	2,36
		08.00 - 16.00	38,87	39,54	40,02	....	41,01	39,85	2,14
		16.00 - 00.00	40,49	41,54	40,46	....	40,43	40,71	2,64
3	03-Jan-16	00.00 - 08.00	38,02	41,38	40,32	....	40,11	40,60	3,36
		08.00 - 16.00	40,49	39,91	38,83	....	40,07	39,56	3,45
		16.00 - 00.00	38,12	39,77	37,69	....	41,09	39,18	4,52
....	....	....	....	....	....	....	....	....	
30	30-Jan-16	00.00 - 08.00	40,82	39,98	41,60	....	39,84	40,79	2,68
		08.00 - 16.00	42,31	40,86	39,84	....	40,73	40,58	2,76
		16.00 - 00.00	39,05	37,38	42,14	....	43,30	40,48	5,92
31	31-Jan-16	00.00 - 08.00	41,23	40,52	40,09	....	40,33	40,48	2,16
		08.00 - 16.00	37,89	39,95	39,98	....	40,48	40,14	3,87
		16.00 - 00.00	39,96	40,17	40,02	....	39,93	40,34	3,17
<b>Xrata2</b>							<b>40,42</b>	<b>3,25</b>	

Dari tabel hasil pengumpulan data yang diambil pada bulan Januari 2016, diketahui bahwa berat semen tertinggi yaitu 44,39 kg dan berat semen terendah yaitu 36,57 kg. Selanjutnya data tersebut akan digunakan untuk membuat grafik peta kendali  $\bar{X}$ -R dengan nilai  $A_2 = 0,373$ ,  $D_3 = 0,136$  dan  $D_4 = 1,864$ .

Berikut perhitungan nilai *centre limited* (CL), *upper control limited* (UCL) dan *lower control limited* (LCL):

## 1. Perhitungan nilai CL

a. Perhitungan nilai CL  $\bar{x}$ 

$$\bar{x} = \frac{40.26+39.36+40.10+ \dots +40.34}{93} = 40,42$$

Nilai dari  $\bar{x}$  merupakan nilai dari CL  $\bar{x}$  yaitu 40,42

b. Perhitungan nilai CL<sub>R</sub>

$$\bar{R} = \frac{6,29+3,19+2,59+ \dots +3,17}{93} = 3,25$$

Nilai dari  $\bar{R}$  merupakan nilai dari CL<sub>R</sub> yaitu 3,25

## 2. Perhitungan nilai UCL

a. Perhitungan nilai UCL  $\bar{x}$ 

$$\begin{aligned} UCL \bar{x} &= \bar{X} + A_2 \bar{R} \\ &= 40,42 + 0,373 * 3,25 \\ &= 41,635 \end{aligned}$$

b. Perhitungan nilai UCL<sub>R</sub>

$$\begin{aligned} UCL_R &= D_4 * \bar{R} \\ &= 1,864 * 3,25 \\ &= 6,059 \end{aligned}$$

## 3. Perhitungan nilai LCL

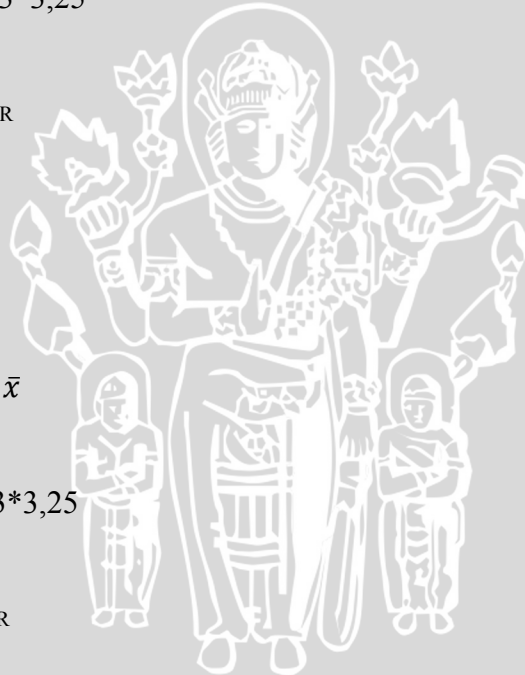
a. Perhitungan nilai LCL  $\bar{x}$ 

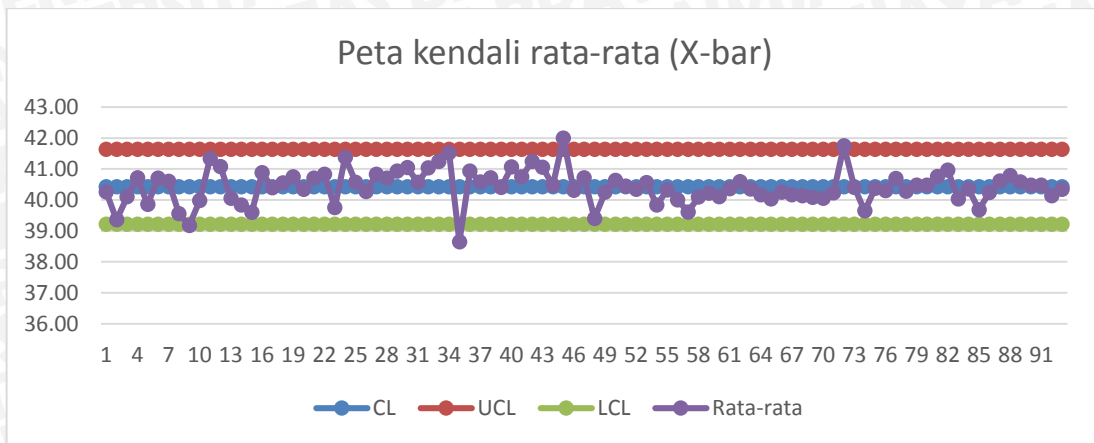
$$\begin{aligned} LCL \bar{x} &= \bar{X} - A_2 \bar{R} \\ &= 40,70 - 0,373 * 3,25 \\ &= 39,211 \end{aligned}$$

b. Perhitungan nilai LCL<sub>R</sub>

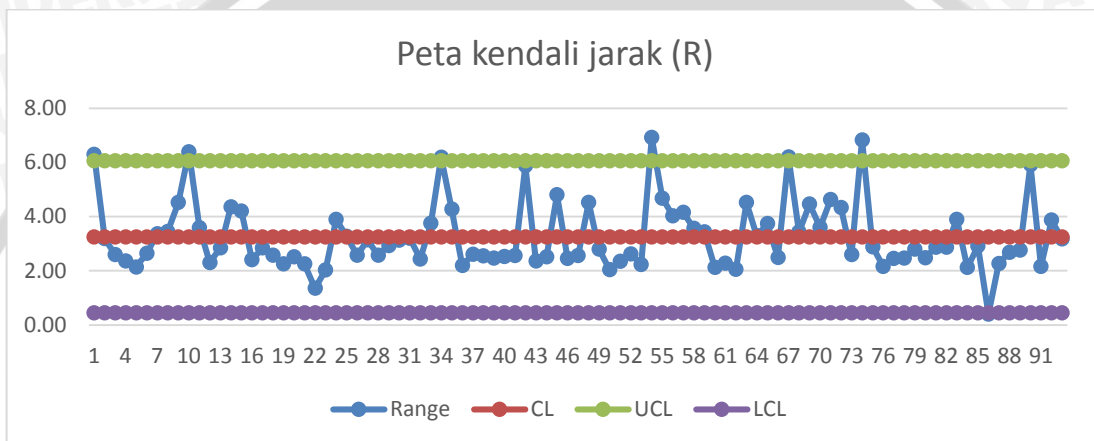
$$\begin{aligned} LCL_R &= D_3 * \bar{R} \\ &= 0,136 * 3,25 \\ &= 0,442 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai CL, UCL dan LCL selanjutnya data akan di-plot kedalam perta kendali  $\bar{X} - R$  dimana hasil *plotting* ditunjukkan pada gambar 4.10 dan 4.11.





Gambar 4.10 Revisi peta kendali rata-rata (X-bar)



Gambar 4.11 Peta Kendali Jarak (R)

Dapat dilihat dari kedua peta kendali diatas, dapat dilihat pada peta kendali rata-rata (X-bar) terdapat beberapa data yang keluar dari batas kendali yaitu data nomor 9, 35, 45, dan 72. Sedangkan pada peta kendali jarak (R) beberapa data yang keluar dari batas kendali diantaranya pada data nomor 1, 10, 34, 54, 67, 74, dan 86. Sehingga perlu dilakukan revisi untuk mengetahui penyebab yang secara khusus mempengaruhi kecacatan pada berat semen dengan harapan produk yang keluar dari batasan berat dapat diminimalisir.

#### 4.5.4 Perhitungan Kapabilitas Proses

Dapat diketahui pada gambar 4,19 dan 4.20 bahwa proses sudah berada dalam batas kendali sehingga langkah selanjutnya adalah menghitung nilai indeks kapabilitas proses. Perhitungan ini bertujuan untuk mengukur kemampuan proses dalam menghasilkan produk pada batas spesifikasinya. Jika angka indeks kapabilitas proses lebih besar dari 1 secara statistik, maka proses tersebut dianggap mampu untuk memproduksi produk tanpa cacat dalam batas spesifikasinya (Wibowo, 2006).

Standar berat semen yang sudah ditetapkan adalah 40 dengan batas toleransi yaitu  $\pm$

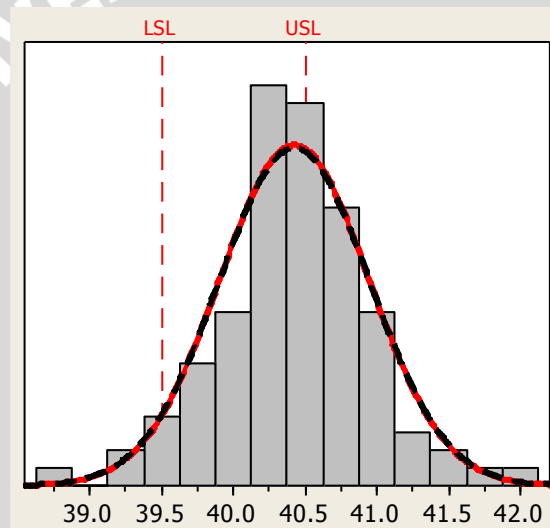


0,5 kg. Jadi nilai *upper specification limited* (USL) yaitu 40,50 kg dan nilai *lower specification limited* (LSL) yaitu 39,50 kg. Besarnya nilai USL dan LSL telah ditentukan melalui kebijakan perusahaan. Sedangkan untuk mengetahui nilai kapabilitas proses dari data atribut (jumlah kantong sobek) perhitungan kapabilitas proses dilakukan dengan mempertimbangkan nilai dari level sigma

1. Perhitungan kapabilitas proses pada berat semen perkantong (data variabel)

$$C_p = \frac{(USL - LSL)}{6\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)} = \frac{(40,5 - 39,5)}{6\left(\frac{3,12}{2,847}\right)} = 0,152$$

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa  $C_p \leq 1$ , hal ini menunjukkan bahwa rata-rata dari data tidak terpusat pada nilai tengah spesifikasi yaitu pada angka 40 kg. Gambar 4.12 menunjukkan bagaimana sebaran data pada permasalahan berat semen.



Gambar 4.12 sebaran data

Dari gambar 4,12 diketahui bahwa data cenderung mengarah ke sisi kanan yang berarti rata-rata data cenderung mendekati batas kendali atas dari spesifikasi berat milik perusahaan. Sehingga kapabilitas proses dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan  $C_{pk}$ .

$$C_{pk} = \min(C_{pl}, C_{pu})$$

dimana

$$C_{pl} = \frac{(\bar{X} - LSL)}{3\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)} = \frac{(40,25 - 39,5)}{3\left(\frac{3,12}{2,847}\right)} = 0,228$$

$$C_{pu} = \frac{(USL - \bar{X})}{3\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)} = \frac{(40,50 - 40,25)}{3\left(\frac{3,12}{2,847}\right)} = 0,07$$

$$C_{pk} = \min(0,228, 0,07) = 0,07$$

2. Perhitungan kapabilitas proses pada jumlah kantong sobek (data atribut)

$$C_p = \frac{\text{Level Sigma}}{3} = \frac{4,43}{3} = 1,47$$

Pada perhitungan diatas, diketahui bahwa nilai  $C_p$  pada data variabel sebesar 0,07 maka kapabilitas prosesnya rendah karena nilai  $C_p < 1,00$ . Sedangkan nilai  $C_p$  pada data atribut yaitu 1,47 dan dapat disimpulkan kapabilitas prosesnya baik karena  $C_p > 1$ . Evaluasi terhadap kapabilitas proses perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai sigma.

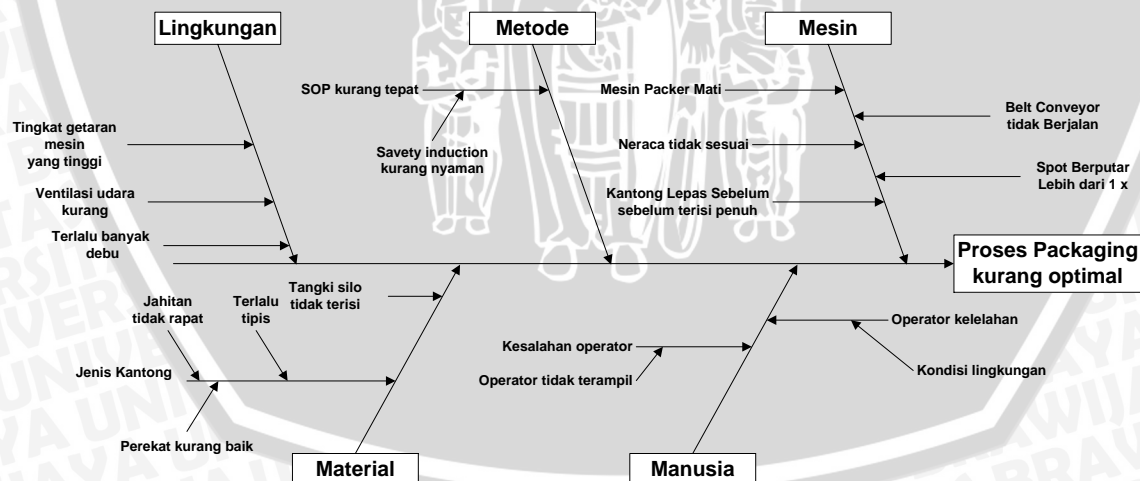
#### 4.6 Analyze

Pada tahap ini akan dilakukan analisa dengan tujuan agar proses *packaging* lebih optimal. Metode yang akan digunakan pada tahap ini yaitu dengan menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) dan *failure mode and effect analysis*.

##### 4.6.1 Mengidentifikasi Penyebab Defect Dengan Diagram Ishikawa

Analisa sebab akibat dilakukan dengan cara mengumpulkan semua faktor yang dapat menyebabkan kemampuan proses rendah baik dengan melakukan wawancara bersama pihak perusahaan maupun data yang didapatkan dari hasil revisi pada peta kendali.

Berikut adalah gambar 4.13 yang merupakan *fishbone diagram* analisa penyebab kemampuan proses rendah yang didapatkan dari hasil wawancara dengan para penanggung jawab operasi di *packer IV* pabrik Tuban:



Gambar 4.13 Fishbone diagram

##### 1. Faktor Mesin

###### a. Salah Satu Mesin Packer Tidak Berfungsi

Penyebab dari salah satu mesin packer tidak berfungsi yaitu motor dari mesin packer yang terganjal oleh material. Tidak berfungsinya sebuah mesin akan menyebabkan kapasitas produksi menurun.



- b. *Belt Conveyor* yang tidak bisa berjalan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi *belt conveyor* yang tidak bisa berjalan antara lain *bearing conveyor* yang rusak, *van-belt conveyor* yang putus, dan *roll sprocket* yang rusak (aus) karena intensitas operasi yang tinggi.

- c. *Neraca* yang tidak sesuai.

Faktor yang mempengaruhi *neraca* yang tidak sesuai yaitu dikarenakan tingkat sensitifitas yang berubah setiap periode tertentu.

- d. Semen terjatuh sebelum terisi penuh

Beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya *bag sadle* yang aus, baut *plate chute* yang putus

- e. *Spout* Berputar lebih dari 1x

Faktor yang mempengaruhi terjadinya *spout* yang berputar lebih dari satu kali diantaranya hasil dari *blanding silo* yang terlalu halus, silinder *pneumatic* yang *error*, *filling pipe* yang buntu, baut *flange* (RTJ) yang putus dan selang aerasi *slipring* yang bocor.

## 2. Faktor manusia

- a. Kesalahan operator

Secara umum, operator yang ada di PT. Semen Indonesia merupakan operator *outsourcing* dengan kontrak kerja, sehingga memungkinkan untuk berganti operator dalam periode tertentu. Sehingga dapat memungkinkan operator kurang terampil.

- b. Faktor kelelahan operator

Hal ini memungkinkan karena kondisi lingkungan yang kurang nyaman ditambah lagi dengan intensitas kerja yang tinggi sehingga kelelahan pada operator sangat mungkin terjadi.

## 3. Metode

- a. Standar operasional prosedur yang kurang tepat.

Operator harus melakukan pekerjaan dengan intensitas waktu kerja dan beban yang cukup tinggi karena perusahaan memiliki target yang harus dipenuhi oleh operator namun tidak hanya itu faktor kesehatan dan keselamatan kerja (K3) menjadi tujuan utama dalam melaksanakan kerja. Oleh karena itu operator akan diwajibkan menggunakan alat-alat keselamatan atau *safety tools* agar K3 dapat terlaksana dengan baik. namun pada kondisi seandainya peralatan pendukung keselamatan tidak menjamin kenyamanan dalam melakukan pekerjaan sehingga

berpengaruh terhadap target yang diberikan oleh perusahaan.

4. Material

a. Tangki *silo* tidak terisi

Hal ini disebabkan karena keterlambatan pengiriman dari *finish mill* ke *blanding silo*.

b. Jenis kantong

PT. Semen Indonesia menggunakan 3 jenis kantong untuk membungkus semen diantaranya kantong lapis satu hingga lapis tiga (1-3 *ply*) dengan bahan dan penutup yang berbeda (dijahit maupun dilem) kebijakan penggunaan jenis kantong dikarenakan biaya maupun jarak pengiriman yang cukup jauh.

5. Lingkungan

a. Tingkat getaran mesin yang tinggi

Hal ini disebabkan karena banyaknya jumlah mesin yang ada di seksi *packer IV*, terutama mesin *packer* yang memiliki tingkat getaran yang tinggi.

b. Ventilasi udara kurang

Pada seksi *packer Tuban IV* merupakan pabrik dengan kondisi ruang tertutup. Hal ini dimaksudkan agar debu yang keluar dari mesin dapat tertangkap oleh alat penangkap debu.

c. Terlalu banyak debu

Faktor ini menyebabkan para pekerja yang ada di *packer IV* pabrik Tuban memiliki konsentrasi yang menurun.

Dari hasil yang didapatkan, selanjutnya akan dilakukan perancangan untuk membuat analisa *failure mode and effect analysis* (FMEA).

#### 4.6.2 Failure Mode And Effect Analysis

Pada tahap ini, dilakukan analisa dari pengaruh potensi kegagalan dengan menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA) dengan melakukan wawancara bersama beberapa penanggung jawab pada seksi *packer IV* dan penanggung jawab *maintenance* dengan cara berdiskusi langsung dimana hasil dari FMEA akan digunakan sebagai dasar untuk perbaikan atau saran kepada perusahaan.

Dalam FMEA akan dilakukan pembobotan yang ditinjau dari 3 faktor yaitu *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D) lalu didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan mengalikan ketiga faktor tersebut.

a. *Severity*

Merupakan kondisi yang menggambarkan seberapa serius kegagalan dapat terjadi. Kriteria dan nilai dari severity didasarkan pada skala 1-10 yang didapatkan dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan khususnya user dan maintenance yang ada di seksi *packer* Tuban IV. Tabel 4.7 menunjukkan kriteria dari penentuan *severity*.

Tabel 4.7 Penentuan kriteria *saverity*

<b>Ranking</b>	<b>Kriteria Saverity</b>	<b>Effect</b>
1	Bentuk kegagalan yang tidak berpengaruh terhadap kecacatan produk	Tidak ada akibat
	Tidak diperlukan perbaikan terhadap produk/ mesin	
2	Bentuk kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Sangat minor
	Mesin dibiarkan berjalan karena kerusakan masih bisa ditolerir	
3	Bentuk kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Minor
	Perbaikan yang membutuhkan waktu 1 <i>shift</i> kerja (< 8 Jam)	
	Perbaikan dengan mematikan salah satu mesin <i>packer</i>	
4	Bentuk Kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Sangat rendah
	Perbaikan yang membutuhkan waktu 2 <i>shift</i> kerja (8-16jam)	
	Perbaikan dengan mematikan salah satu mesin <i>packer</i>	
5	Bentuk Kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Rendah
	Perbaikan yang membutuhkan waktu 3 <i>shift</i> kerja (16 - 24jam)	
	Perbaikan dengan mematikan salah satu mesin	
6	Bentuk kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Sedang
	Perbaikan yang membutuhkan waktu yang lama ( 24-48 jam)	
	Perbaikan dengan mematikan 1 mesin <i>packer</i>	
7	Bentuk kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Tinggi
	Kerugian waktu < 1hari	
	Perbaikan dengan mematikan 2 mesin <i>packer</i>	
8	Bentuk kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Sangat tinggi
	Kerugian waktu antara 1 – 30 hari	
	Perbaikan dengan mematikan 1-2 mesin <i>packer</i>	
9	Bentuk kegagalan dimana cacat masih bisa diterima	Berbahaya
	Kerugian waktu > 1 bulan	
	Perbaikan dengan mematikan lebih dari 2	
10	Bentuk kegagalan dimana cacat tidak dapat diterima	Sangat berbahaya
	Kerugian waktu > 1 bulan	
	Perbaikan dengan mematikan semua mesin <i>packer</i>	

Berdasarkan tabel 4.17 dapat diketahui bahwa nilai *severity* dengan *ranking* 1 merupakan bentuk kegagalan yang tidak berpengaruh terhadap kecacatan produk dan tidak membutuhkan adanya perbaikan terhadap mesin maupun produk, sedangkan nilai *severity* dengan *ranking* 10 merupakan bentuk kegagalan yang tidak dapat diterima dengan kerugian waktu lebih dari 1 bulan dan perbaikan dilakukan dengan mematikan semua mesin yang ada. Kerugian waktu > 1 bulan diakibatkan karena kerusakan yang bersifat vital bagi proses operasi *packer* sehingga memungkinkan terjadinya *overhaul* yang meju dari waktu yang ditentukan.

b. *Occurance*

*Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi, nilai dari *occurance* didapatkan dari hasil laporan perusahaan yang direkap dan menjadi parameter dari *occurance*. Tabel 4.8 merupakan parameter dari nilai *occurance*.

Tabel 4.8 Penentuan kriteria *occurance*

Ranking	<i>Occurance</i>	<i>Effect</i>
1	1 kali dalam 1 tahun	Tidak ada
2	2 kali dalam 1 tahun	Sangat rendah
3	3 kali dalam 1 tahun	Rendah
4	4 kali dalam 1 tahun	
5	5 kali dalam 1 tahun	Sedang
6	6 kali dalam 1 tahun	
7	8 kali dalam 1 tahun	
8	10 kali dalam 1 tahun	Tinggi
9	12 kali dalam 1 tahun	
10	> 12 kali kali dalam 1 tahun	Sangat tinggi

Berdasarkan tabel 4.8 Dapat diketahui bahwa nilai *occurance* dengan *ranking* 1 merupakan penyebab kegagalan yang hanya terjadi pada 1 kali dalam setahun. Sedangkan penyebab kegagalan yang terjadi lebih dari 24 kali dalam setahun dikategorikan sebagai *ranking* 10 pada *occurance*.

c. *Detection*

*Detection* merupakan kemampuan untuk mendeteksi atau mencegah terjadinya kegagalan, sama seperti nilai *severity* dan *occurance*, *detection* juga memiliki skala *ranking* antara 1-10 dimana *ranking* 1 dikategorikan sebagai kegagalan yang dapat dideteksi secara langsung dengan *effect* hampir pasti dan *ranking* 10 dikategorikan sebagai kegagalan yang hampir tidak mungkin terjadi. Berikut merupakan tabel 4.9 yaitu parameter yang digunakan dalam menentukan nilai *detection*.

Tabel 4.9 Penentuan kriteria *Detection*

Ranking	Parameter	<i>Effect</i>
1	Kegagalan yang dapat diketahui secara langsung	Hampir pasti
2	Kegagalan yang dapat diketahui secara langsung dengan melihat produk	Sangat tinggi
3	Kegagalan yang bisa dideteksi langsung dengan secara visual tanpa melakukan <i>breakdown</i>	Tinggi
4	Kegagalan dapat dideteksi secara langsung dengan melakukan <i>breakdown</i> mesin setelah rentan waktu < 2 jam	Sedang
5	Kegagalan dapat dideteksi secara langsung dengan melakukan <i>breakdown</i> mesin setelah rentan waktu < 4 jam	
6	Kegagalan dapat dideteksi secara langsung dengan melakukan <i>breakdown</i> mesin setelah rentan waktu 4 – 8 jam	
7	Kegagalan dapat dideteksi secara langsung dengan melakukan <i>breakdown</i> mesin setelah rentan waktu 8 – 16 jam (2 shift)	Rendah
8	Kegagalan dapat dideteksi secara langsung dengan melakukan <i>breakdown</i> mesin dalam rentan waktu 16 – 24 jam (3 shift)	Sangat rendah

Tabel 4.9 Penentuan kriteria *Detection* (Lanjutan)

Ranking	Parameter	Effect
9	Kegagalan dapat dideteksi secara langsung dengan melakukan <i>breakdown</i> mesin setelah rentan waktu > 1 hari	Jarang
10	Kegagalan sama sekali tidak dapat dideteksi	Hampir tidak mungkin

Dapat diketahui berdasarkan tabel 4.8 pada *ranking* 9 merupakan kegagalan yang dapat dideteksi secara langsung dengan cara *breakdown* setelah rentan waktu > 1 hari. Lamanya rentan waktu disebabkan karena kegagalan tersebut bersifat unik dan belum pernah terjadi di *packer* Tuban IV sebelumnya. Hasil dari kriteria *detection* didapatkan dari diskusi dengan pihak *maintenance* yang ada.

Setelah didapatkan parameter dari nilai *severity*, *occurance*, dan nilai *detection*, selanjutnya menentukan nilai risk priority number dengan menggunakan *failure mode and effect analysis* pada tabel 4.10. dan 4.11.



Tabel 4.10 Analisis FMEA pada berat semen yang tidak sesuai

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Failure Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurance</i>	<i>Current Controls</i>	<i>Detection</i>	<b>RPN = S x O x D</b>
Screw conveyor	Semen tidak mau mengisi ke mesin packer	4	Baut <i>shaft</i> putus	4	Membongkar screw conveyor dan mengganti baut shaft yang putus	5	80
<i>Bag Sadle</i>	Semen jatuh sebelum terisi penuh	3	<i>Bag Sadle</i> Aus	2	Melakukan pengecekan terhadap <i>bag sadle</i>	3	18
Baut <i>plate chute</i>		3	Baut <i>plate chute</i> putus	3	Melakukan pergantian <i>plate chute</i>	3	27
Air silinder	Semen keluar terlalu banyak maupun terlalu sedikit	4	Gerbang ( <i>gate</i> ) tempat keluar semen mengalami gangguan	3	Melakukan perbaikan <i>air cylinder</i> dengan mengganti seal	9	108
<i>Blending silo</i>	<i>Spout</i> berputar lebih dari satu kali	2	Hasil dari <i>blanding silo</i> terlalu halus	3	Melakukan penambahan material baru	2	12
Material semen	Dapat menyebabkan <i>spout</i> buntu	4	Material semen terlalu besar	2	Membersihkan material yang buntu dan mencampur material agar lebih halus	6	48
Baut <i>Flanges</i>	Menyebabkan semen bocor sebelum terisi pada <i>filling pipe</i>	3	Baut flang putus, flanges ( <i>ring to join</i> ) terpasang kurang presisi	7	Melakukan pergantian baut flange	4	84
Timbangan	Menyebabkan berat semen keluar dari batas berat	4	Sensitifitas kurang / hasil pengukuran kurang presisi	4	Melakukan uji kalibrasi	4	64
Operator	Kantong semen terpasang kurang presisi pada <i>filling pipe</i>	2	Kantong terlepas dari <i>filling pipe</i> sebelum terisi penuh	4	memasang kantong pada posisi yang sesuai apabila kantong belum terlepas atau menyobek kantong jika kantong telah jatuh pada <i>coneyor</i>	3	24
Kantong semen	Saluran pembuangan angin pada kantong ( <i>van hole</i> ) terlalu sempit	1		10	Melepas kantong dari mesin <i>packer</i> dan mengganti dengan kantong baru	1	10

Tabel 4.11 Analisis FMEA Jumlah kantong sobek

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Failure Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Current Controls</i>	<i>Detection</i>	<b>RPN = S x O x D</b>
<i>Roll sprocket</i>	Menyebabkan <i>Conveyor</i> tidak bisa berjalan	4	<i>Roll sprocket</i> rusak (aus)	3	Mengganti atau Memberikan pelumasan pada <i>roll sprocket</i>	3	36
Mateial semen	Menyebabkan kantong melepuh, khususnya untuk 1 jenis kantong 1 <i>ply</i>	2	Panas dari material yang lebih dari 75°	4	Menunggu suhu dalam <i>silo</i> normal	4	32
<i>Lintasan Conveyor</i>	Menyebabkan semen meluncur dengan terguling	3	Kantong terbalik, khususnya pada lintasan yang menurun	10	Memberikan sekat pada belt conveyor	3	90
	Menyebabkan semen keluar dari lintasan <i>conveyor</i>	3	Laju <i>Conveyor</i> terlalu cepat	10	Mengatur Kecepatan <i>conveyor</i>	3	90
<i>Van Belt Conveyor</i>	Menyebabkan <i>Conveyor</i> tidak bisa berjalan	3	<i>Van Belt</i> Putus	2	Melakukan pergantian <i>van-belt</i>	3	18
<i>Bearing conveyor</i>	Menyebabkan <i>Conveyor</i> tidak bisa berjalan/ putaran <i>conveyor</i> tidak sempurna	3	<i>Bearing conveyor</i> rusak	2	Melakukan pergantian <i>bearing</i>	3	18
Operator	Kantong pecah karena cara meletakkan semen oleh operator dengan dibanting	1	Semen terlalu panas saat dipegang	10	Menggunakan sarung tangan	3	30
	Kantong pecah karena operator tidak siap menangkap semen yang turun	1	Semen turun terlalu cepat	10	Mengatur kecepatan <i>conveyor</i>	3	30
	Kantong pecah karena operator menendang semen yang tidak bisa lepas dari mesin <i>packer</i>	1	Semen terisi penuh sampai meluber keluar kantong	10	Melakukan pengecekan <i>chute valver</i>	3	30

Dari hasil analisa dengan menggunakan *failure mode and effect analysis* dapat diketahui bahwa dari 2 permasalahan yang ada dipilih 3 faktor dari masing-masing permasalahan yang memiliki nilai *risk priority number* yang tertinggi untuk menentukan prioritas perbaikan yang akan dilakukan, ketiga faktor tersebut dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut

Tabel 4.12 Hasil Analisis FMEA

Key Input Proses	Jenis Kegagalan	Nilai RPN
Berat semen keluar dari batas berat	<i>Air Cilinder</i> rusak	108
	<i>Flange</i> terpasang kurang presisi	84
Kantong Sobek	Semen terbalik pada lintasan <i>conveyor</i> yang menurun	90
	Kantong meluncur pada BT	90

Dari tabel 4,12 dapat diketahui bahwa nilai RPN tertinggi untuk berat semen yang keluar dari batasan disebabkan karena faktor *air cylinder* yang bocor dengan nilai RPN 108. *Air* silinder atau *cylinder pneumatic* merupakan suatu perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara yang kemudian dikonversi menjadi energi gerak. Pada mesin *packaging* yang digunakan silinder pneumatic berfungsi sebagai penggerak *gate* (gerbang) keluar masuknya semen pada *filling pipe*. Dari hasil diskusi dengan pihak *maintenance* faktor yang dapat menyebabkan kerusakan pada *air cylinder* diantaranya kerusakan pada seal, pemasangan seal yang kurang presisi, selang kompresor yang lepas dan kotoran yang masuk dalam silinder. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk kerusakan *air cylinder* adalah dengan melakukan pengecekan secara berkala tanpa menunggu terjadinya kerusakan pada silinder.

Faktor kedua yang menyebabkan berat kantong keluar dari batasan adalah *flanges* yang terpasang kurang presisi. *Flange* merupakan komponen pada mesin *packer* yang berfungsi sebagai saluran keluar semen dan terhubung dengan *filling pipe*. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk permasalahan ini adalah dengan melakukan tindakan preventif berupa cara pemasangan yang tepat.

Sedangkan untuk cacat jenis kantong sobek, nilai RPN tertinggi disebabkan karena faktor kantong yang berguling-guling pada *belt conveyor* terutama pada *conveyor* yang menurun dengan nilai RPN 108. Pada *conveyor* terdapat penahan kantong yang berfungsi untuk menahan gesekan antara permukaan kantong semen dengan permukaan *conveyor*. Dari hasil diskusi dengan pihak *maintenance*, penahan *conveyor* memang efektif untuk menahan laju semen yang turun adar tidak meluncur pada permukaan *conveyor*, namun hal itu tidak berlaku ketika permukaan kantong semen terlalu mengembung, akibatnya



semen dapat meluncur sewaktu-waktu dengan cara berguling dan mengakibatkan benturan antar semen bahkan bisa terjatuh dengan ketinggian satu lantai. Solusi yang ditawarkan untuk permasalahan jenis ini adalah dengan memberikan pembatas atau tutup pada *belt conveyor* agar mampu menahan semen yang terbalik. Gambar 4.14 menunjukkan lokasi permasalahan kantong yang terbalik.



Gambar 4.14 *Conveyor* yang bergerak menurun

Faktor kedua yang menyebabkan cacat jenis ini adalah *conveyor* yang terlalu cepat, hal ini bisa menyebabkan semen yang diangkut keluar dari lintasan *conveyor* hingga terjatuh. Kesalahan ini biasanya terjadi pada belt TO yang berbentuk menyilang. Solusi yang ditawarkan untuk kesalahan jenis ini adalah dengan memberikan pembatas pada *conveyor* atau penahan pada pelat agar semen yang turun dari *conveyor* tidak meluncur melebihi *conveyor* selanjutnya sehingga mampu meminimalisir adanya kecacatan kantong. Gambar 4.15 menunjukkan lokasi pada *Belt-To* dan BT.



Gambar 4.15 Kondisi pada *Belt-To* dan BT

#### 4.7 Improve

Tahap *improve* merupakan tahapan dimana solusi yang didapatkan berdasarkan hasil analisis yang telakukan sebelumnya akan diimplementasikan terhadap permasalahan yang ada untuk dilakukan perbaikan. Pada tahap ini ditetapkan rencana tindakan (*Action Plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada analisa dengan menggunakan FMEA diketahui bahwa *cylinder pneumatic* yang bocor dan baut *flange* yang putus merupakan permasalahan yang menjadi prioritas dalam permasalahan berat semen yang tidak sesuai. Sedangkan faktor terbalik dan berguling pada lintasan belt *conveyor* yang menurun dan semen yang meluncur pada BT merupakan prioritas pada permasalahan kantong sobek.

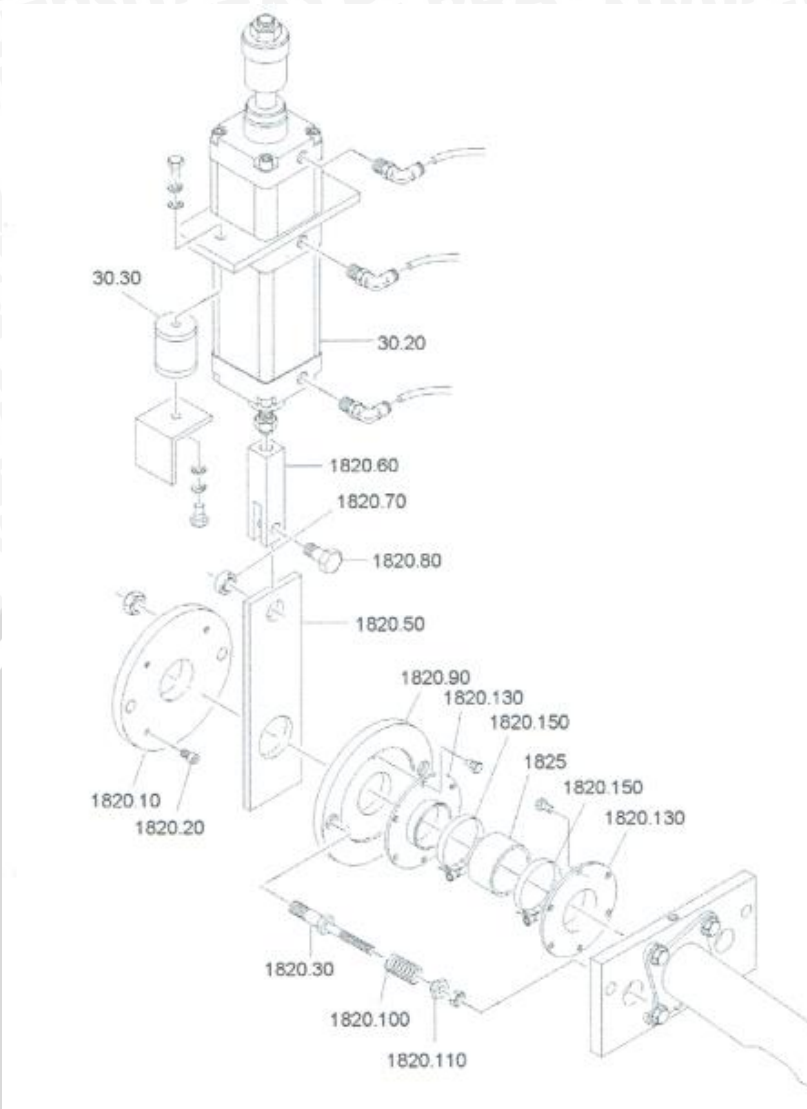
##### 4.7.1 Rekomendasi Perbaikan Untuk Permasalahan Berat Semen

Dari analisa dengan menggunakan FMEA, didapatkan 2 faktor yang mempengaruhi kecacatan pada berat semen, yaitu silinder *pneumatic* yang bocor dan baut *flange* yang putus. Tabel 4.13 menunjukkan masalah, faktor, beserta solusi yang sesuai dengan permasalahan dari berat semen yang tidak sesuai dan kantong sobek

Tabel 4.13 Rekomendasi perbaikan untuk permasalahan berat

Permasalahan	Faktor	Solusi
<i>Gate</i> membuka terlalu cepat maupun terlalu lambat	<i>Cylinder Pneumatic error</i>	Melakukan pengecekan secara rutin tanpa menunggu kerusakan
Semen bocor sebelum sampai pada <i>filling pipe</i> dan dapat menyebabkan fungsi komponen lain terganggu	Baut <i>flange</i> yang putus	Memberikan saran berupa cara pemasangan yang tepat

Faktor pertama yang menyebabkan terjadinya kecacatan pada berat semen adalah faktor *cylinder pneumatic* yang bocor. Fungsi dari komponen ini adalah sebagai alat penggerak gerbang (*gate*) semen yang keluar melalui *filling pipe*. Gambar 4.16 merupakan sistem pengisian yang digunakan pada mesin packer pabrik Tuban IV beserta keterangan gambar pada tabel 4.14



Gambar 4.16 Komponen sistem pengisian

Tabel 4.14 Kode dan nama komponen pada sistem pengisian packer

<b>Kode</b>	<b>Nama Komponen</b>
30.20	<i>Cylinder pneumatic</i>
30.30*	<i>Shock absorber</i>
1820.10*	<i>Gate plate</i>
1820.20	<i>Socket head screw</i>
1820.30	<i>Stud bolt</i>
1820.50*	<i>Gate</i>
1820.60	<i>Fork</i>
1820.70	<i>Pivot Bearing</i>
1820.80	<i>Screw</i>
1820.90*	<i>Pressure plate</i>
1820.100	<i>Compression spring</i>
1820.110	<i>Nut</i>
1820.130*	<i>flange</i>
1820.150	<i>Hose Clamping</i>
1825*	<i>Compensator</i>

Berikut merupakan penyebab yang mungkin terjadi dan mengakibatkan kerusakan pada *cylinder pneumatic*:

1. Terjadi kebocoran udara pada silinder.

Cara mendeteksi kebocoran yang ada pada silinder yaitu dengan melepas salah satu selang masuknya udara lalu menyembrotkan udara pada lubang selang yang masih terpasang (Sumbodo, 2004). Kebocoran pada *cylinder pneumatik* bisa disebabkan karena kerusakan pada *seal* maupun *seal* yang terpasang kurang rapat. *Seal* merupakan komponen yang fungsi mencegah terjadinya kebocoran udara yang ada pada silinder. Komponen ini memiliki ketahanan (*expired date*) hingga 3 tahun. Namun kerusakan pada *seal* bisa terjadi karena waktu operasional mesin yang tinggi. Untuk mencapai umur ketahanan maksimum pemeriksaan secara berkala perlu dilakukan agar kebocoran pada silinder pneumatik dapat dihindari.

2. Selang konektor lepas atau bocor.

Selang konduktor merupakan komponen yang memiliki *life time* 3 hingga 4 tahun penggunaan. Meskipun selang konektor memiliki ketahanan yang cukup lama, namun perbaikan pada silinder pneumatik menyebabkan selang sering dilepas dan lama waktu operasi mesin yang hampir 21 jam sehari dapat menyebabkan kerusakan pada selang. Solusi yang paling sesuai dengan masalah ini yaitu dengan melakukan pemeriksaan secara rutin dan apabila selang sudah tidak bisa digunakan lagi, sebaiknya segera dilakukan pergantian.

3. Kotoran ikut masuk kedalam silinder

Dengan adanya kotoran pada *cylinder pneumatic*, dapat menyebabkan pergerakan piston menjadi terganggu. Hal ini diakibatkan karena saringan (*filter*) udara maupun regulator udara yang rusak. Apabila silinder pneumatik terlalu kotor, maka sebaiknya pergantian *filter* segera dilakukan.

Dari rekap perbaikan yang dilakukan oleh perusahaan, pemeriksaan komponen tidak pernah dilakukan, perusahaan hanya menerapkan *corrective maintenance* yaitu dengan melakukan perbaikan ketika penyimpangan terhadap batasan berat semen terlalu besar. Dengan melihat jumlah kecacatan yang ada pada berat semen, pemeriksaan terhadap ketiga faktor diatas, sebaiknya dilakukan setiap bulan.

Sedangkan faktor kedua yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada proses pengisian semen kedalam kantong adalah adanya gangguan pada *flange*. *Flange* merupakan sambungan baut dimana dua buah pipa dihubungkan secara bersama. Sebenarnya untuk melakukan penyambungan pada pipa tidak harus menggunakan *flange* beberapa diantaranya dapat menggunakan las, ulir, maupun *socket* sebagai alat penyambungan. Namun penggunaan *flange* disini bertujuan untuk mempermudah

melakukan pembongkaran apabila terjadi error. Gambar 4.17 merupakan jenis contoh flange yang digunakan pada sistem pengisian mesin *packer*



Gambar 4.17 Flange (*Ring to Joined*)

Pada sistem packaging packer IV pabrik Tuban *flange* digunakan sebagai sambungan yang terdapat pada sistem pengisian mesin *packer*, pada kondisi sebenarnya baut *flange* sangat mudah putus dikarenakan cara pemasangan yang kurang sesuai sehingga dapat mengakibatkan semen bocor sebelum masuk pada komponen *filling pipe*. Kebocoran semen melalui *flange* dapat menyebabkan komponen yang ada disekitarnya menjadi kotor khususnya pada *gate* dan silinder pneumatik sehingga pergerakan dari *gate* menjadi kurang optimal. Berikut merupakan saran yang diberikan berupa cara pemasangan yang tepat agar baut *flange* tidak cepat rusak.

1. Kencangkan dengan cara menyilang.

Baut yang ada pada *flange*, umumnya berjumlah 4,6,8 hingga 10, cara pemasangan yang tepat adalah dengan memasangkan dengan cara menyilang misalkan memasang 4 baut secara tegak lurus namun jangan dilakukan pengencangan terlebih dahulu pastikan semua baut terpasang agar posisi sambungan rapat cara pemasangan harus distandarkan, karena dari hasil wawancara dengan pihak maintenance didapatkan bahwa operator yang bertugas dalam perbaikan sering berganti, terkadang pemasangan dilakukan dengan memasang dan mengencangkan salah satu baut terlebih dahulu.

2. Periksa kondisi mur dan baut

Perhatikan tonjolan dari mur dan baut jika tidak sesuai dengan lubang pada *flange*, maka dapat mengakibatkan lubang baut *flange* tergerus.

## 3. Pemberian gemuk

Jika baut pada *flange* sudah berkarat maka hal itu akan mengakibatkan baut susah terbuka atau seret. Namun jika pemberian gemuk terlalu banyak, akan mengakibatkan baut tidak bisa masuk dengan sempurna.

## 4. Pengencangan yang berlebihan

Dengan melakukan pemasangan atau pengencangan yang berlebihan dapat mengakibatkan ulir pengunci pada *flange* rusak. Bahkan kondisi yang lebih parah yaitu dapat mengakibatkan baut menjadi mulur. Cara pengencangan yang terbaik adalah dengan mengencangkan sesuai dengan nilai torsi pengencangan dan melakukan pengencangan dengan kunci momen agar baut flange terpasang dengan sempurna.

Dari ke-2 penyebab terjadinya kegagalan pada proses pengisian semen, selanjutnya akan dibuat *check sheet* sebagai kontrol untuk mencegah terjadinya kegagalan (*preventive maintenance*) agar sistem pengisian semen dapat berjalan secara baik. seperti yang ada pada gambar 4.18.

Hari, Tanggal :

Penanggung jawab:

No	Jenis Pemesiksaan		Kondisi		Keterangan
			Baik	Error	
1	Komponen				
	a	<i>Cylinder pneumatic</i>			
	b	<i>Shock absorber</i>			
	c	<i>Gate plate</i>			
	d	<i>Socket head screw</i>			
	e	<i>Stud bolt</i>			
	f	<i>Gate</i>			
	g	<i>Fork</i>			
	h	<i>Pivot Bearing</i>			
	i	<i>Screw</i>			
	j	<i>Pressure plate</i>			
	k	<i>Compression spring</i>			
	l	<i>Nut</i>			
	m	<i>Ring to join (flange)</i>			
	n	<i>Hose Clamping</i>			
o	<i>Compensator</i>				
2	Kebersihan komponen				
3	Tekanan Udara				

Keterangan:

- Berikan tanda(✓) pada kolom kondisi yang menggambarkan keadaan dari mesin/ komponen saat ini
- Check sheet* ini digunakan setiap satu bulan.

Gambar 4.18 *Check sheet* proses pengisian semen

*Check sheet* diatas merupakan rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan untuk mengatasi masalah pengisian yang tidak sesuai. Pada bagian mesin yang kritis sangat memungkinkan terjadinya kerusakan, sehingga pengecekan diharapkan tidak hanya dilakukan pada silinder pneumatik, namun pada semua komponen yang berperan dalam pengisian semen ke dalam kantong dengan harapan jumlah unit semen yang keluar dari batasan berat akan mampu diminimalisir.

#### 4.7.2 Rekomendasi perbaikan untuk permasalahan pada kantong sobek

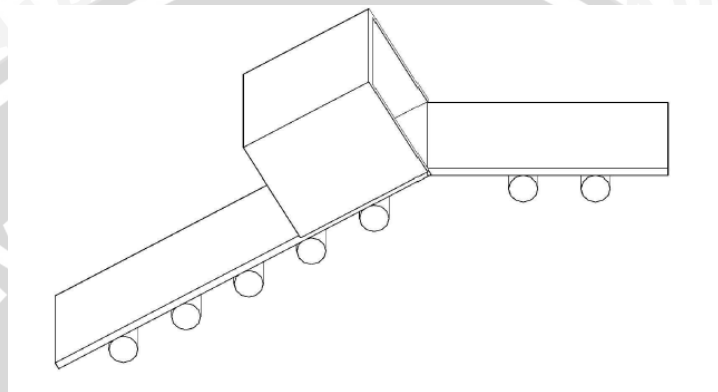
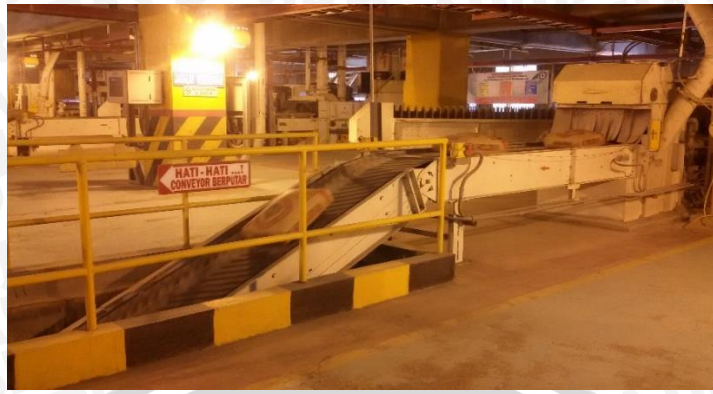
Pada analisa dengan menggunakan *failure mode*, didapatkan 2 faktor yang mengakibatkan terjadinya kantong sobek diantaranya penahan kantong pada conveyor yang tidak terbuka maupun kantong yang meluncur pada BT. Tabel 4.15 menjelaskan masalah, faktor, dan solusi yang diberikan pada permasalahan kantong semen yang sobek.

Tabel 4.15 Rekomendasi perbaikan untuk cacat jenis kantong sobek

Permasalahan	Faktor	solusi
Kantong Sobek	Kantong terguling pada <i>belt conveyor</i>	Pemasangan tutup pada <i>belt conveyor</i> yang berfungsi sebagai pembatas agar semen tidak terbalik atau berguling
	Kantong meluncur pada BT	Pemberian sekat yang berfungsi untuk menahan semen khususnya pada <i>conveyor</i> yang saling tegak lurus (pada BT)

Dari tabel diatas, diketahui permasalahan pertama yang menyebabkan kantong sobek yaitu kantong yang terguling pada *conveyor*. Permasalahan ini bisa terjadi karena kantong yang terisi semen berbentuk terlalu bulat, sehingga mengakibatkan semen dapat terguling bahkan terjatuh dalam ketinggian tertentu. Solusi yang bisa diberikan untuk permasalahan ini yaitu dengan memberikan tutup pada *conveyor* khususnya berfungsi sebagai pembatas agar semen tidak terbalik atau berguling sehingga kerusakan pada kantong dapat dimiimalisir.

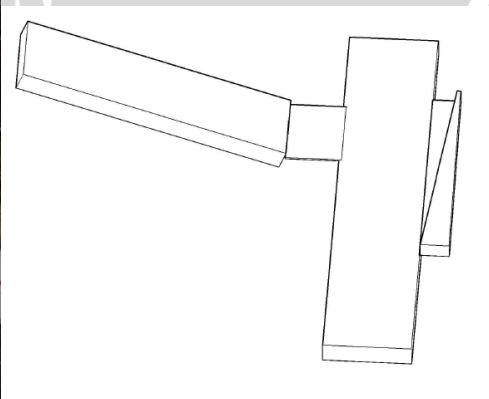
Dari hasil diskusi dengan pihak perusahaan desain conveyor saat ini sudah mampu menahan terpelesetnya semen (selip) antara semen dengan lintasan *conveyor* yaitu dengan memberikan sekat yang mampu menahan gesekan. Berikut merupakan gambar 4.19 mengenai solusi dengan memberikan tutup pada *conveyor*.



Gambar 4.19 Perbaikan untuk kondisi semen yang berguling

Dengan adanya tutup pada *conveyor* diharapkan mampu memberikan batasan pada semen yang turun sehingga resiko semen terbalik menjadi sangat kecil.

Faktor selanjutnya yang menjadi penyebab terjadinya kantong sobek yaitu kantong meluncur pada BT, dimana semen yang turun dari *conveyor* bisa jatuh dikarenakan tidak terdapat penahan semen apalagi dengan kecepatan *conveyor* yang terlalu tinggi akan sangat beresiko bagi jatuhnya semen. Solusi yang diberikan pada permasalahan ini adalah dengan memberikan pembatas pada *conveyor* yang bersilangan seperti yang ada pada gambar 4.20



Gambar 4.20 Perbaikan pada BT



Gambar tersebut merupakan rekomendasi yang diberikan terhadap jatuhnya semen pada lintasan *Belt –TO* dan *BT* dengan harapan mampu meminimalisir jumlah kantong sobek yang ada pada proses *packaging packer IV* pabrik Tuban.



## BAB V PENUTUP

Pada bagian penutup akan membahas mengenai kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil penelitian.

### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil atau kesimpulan sebagai berikut

1. Pada *defect* jenis kantong semen digunakan analisa menggunakan *pareto* dan FMEA untuk mengetahui penyebab yang signifikan terhadap kantong sobek yang ada di seksi *packer* IV Tuban. Jika ditinjau dari segi kantong yang besar dari supplier pembuatan semen dengan menggunakan lem dan pemasangan *valver* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap cacat kantong semen. Hal ini dibuktikan dengan diagram *pareto* dimana masing-masing penyebab kecacatan tersebut berada pada prosentase 48,42% dan 25.10%. Sedangkan pada proses *packaging* yang dilakukan di *packer* IV Tuban setelah dilakukan analisa dengan menggunakan *failure mode* didapatkan penyebab kantong cacat karena terguling pada lintasan *conveyor* memiliki nilai RPN tertinggi yaitu pada angka 108 sedangkan faktor kedua yaitu kantong yang meluncur pada BT dengan nilai RPN 105. Kedua permasalahan diatas akan menjadi prioritas dalam melakukan perbaikan khususnya untuk mengurangi cacar pada kantong semen.
2. Pada *defect* jenis berat semen dilakukan analisa dengan menggunakan *failure mode* dimana dapat disimpulkan bahawa penyebab yang berpengaruh secara signifikan terhadap terjadinya kecacatan yaitu *Air cylinder* atau silinder *pneumatic* yang bocor dengan nilai RPN 108, sementara penyebab kedua yang berpengaruh terhadap cacat jenis berat semen yaitu *flange* yang terpasang kurang presisi dengan nilai RPN 90. Kedua penyebab diatas akan menjadi prioritas terhadap perbaikan khususnya pada berat semen yang tidak sesuai.
3. Setelah dilakukan perhitungan terhadap jumlah kantong sobek didapatkan nilai DPMO 1668 dan level *sigma* yang mencapai 4,43 *sigma*. Sedangkan setelah dialkuakn perhitungan terhadap jumlah berat semen yang tidak sesuai didapatkan nilai DPMO sebesar 405.914 dengan level *sigma* yang mencapai 0,143 *sigma*.

4. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk cacat jenis kantong sobek diantaranya dengan menambahkan tutup terhadap *conveyor* khususnya pada *conveyor* yang menurun sesuai dengan gambar 4.22 dan memberikan pembatas pada *Belt – TO* dan *BT* agar kantong tidak meluncur dan jatuh dari lintasan *conveyor* seperti yang ada pada gambar 4.23 Sedangkan rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk cacat jenis berat semen adalah dengan melakukan pemeriksaan secara rutin pada pergantian antara setiap satu bulan seperti yang terdapat pada gambar 4.20 dan melakukan tindakan preventif pada saat melakukan pemasangan baut *flange* agar semen tidak bocor sebelum dilakukan pengisian oleh mesin *packer*.

## 5.2 Saran

Berikut merupakan saran yang diberikan dari hasil penelitian ini:

1. Bagi perusahaan diharapkan menerapkan *preventive maintenance* yaitu melakukan pengecekan khususnya pada daerah disekitar *filling pipe* untuk mencegah terjadinya kerusakan karena khususnya pada produk berat semen yang keluar dari batasan SNI seperti yang direkomendasikan dalam *cheksheet* yang telah dibuat.
2. Perusahaan diharapkan membuat desain konveyor yang sesuai seperti dengan memberikan tutup (*gate*) pada konveyor yang bersifat menurun dan memberikan pembatas pada jalur konveyor yang tegak lurus, dengan harapan dapat memperkecil jumlah kantong sobek ketika proses *packaging* berlangsung dan dapat memperbesar nilai sigma.
3. Perusahaan diharapkan membuat jadwal pemeriksaan mesin agar pemeriksaan tidak mengganggu jalannya proses produksi dan target produksi bisa tercapai dari segi jumlah produksi maupun kualitas dari produk.
4. Bagi pembaca diharapkan penelitian ini bisa dilanjutkan untuk tahun tahun yang akan datang agar terciptanya *continuous improvement* khususnya bagi proses *packaging*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea Wahyu, 2004. Pengendalian Kualitas Statistik: Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas. Yogyakarta : Andi.
- Assauri, Sofjan. 2004. Manajemen Produksi dan Operasi, Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- Basu, Swastha. 2004. Pengantar Bisnis Modern. Jakarta: Salemba Empat.
- Claudius Peters, <http://www.claudiuspeter.com/> (Diakses 2016)
- Claudius Peters. 2008. Claudius Peters Packer Machine Breakdown. Germany
- Dyadem. 2003. Guidelines for Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Analysis Automotive, Aerospace and General Manufacturing Industries. CRC Press: Florida.
- Evans, J.R dan Lindsay, W.M. 2007. Pengantar Six Sigma; An Introduction to Six Sigma and Process Improvement. Jakarta: Salemba Empat.
- Gazperz, Vincent. 2002. Pedoman Implementasi Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 200, MBNQA & HACCP. Jakarta:PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, Vincent. 2007. Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries. Jakarta : PT. Gramedia Utama.
- Garvin, David. 1994. Managing Quality. New York: The New York Press.
- Krajewski, L. J. and Ritzman, L. P. 1999. Operation Management: Strategy and Analysis 5<sup>th</sup> edition. USA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Marimin, Maghfiroh Nurul. 2010. Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusan dalam Manajemen Rantai Pasok. Bogor: IPB Press.
- Miranda, ST dan Drs. Amin Widjaja Tunggal Ak, MBA, 2007. Manajemen Logistik dan Supply Chain Management. Jakarta: Harvarindo.
- Montgomery, Douglas C. 2009. Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition. USA : Jhon Wiley & Son, Inc.
- Pande, Peter S., Robert P. Neuman and Roland R. Cavanagh. 2000. The Six Sigma Way. Terjemahan: Dwi Prabantini. Yogyakarta: Andi
- Sukanto, Reksohadiprojo. 1995. Manajemen Produksi dan Operasi. Edisi Pertama. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Sudrajat, Ating. 2011. Manajemen Perawatan Mesin Industri, Bandung: ITB.

Suhada, Resa Taruna. 2012. Usulan Penerapan Metode Six Sigma dalam Upaya Menurunkan Tingkat Kecacatan Produk MJC1 195 ml di PY. *Jurnal Program Studi Teknik Industri*, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana.

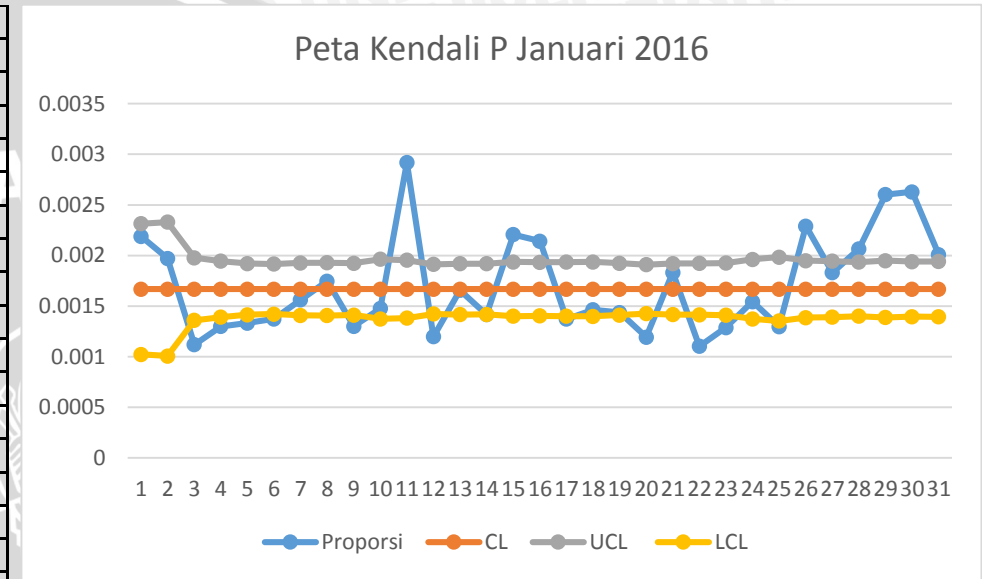
Susetyo, Joko. 2011. Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen Sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk. *Jurnal Teknologi*, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Vitho, Ivan. 2013. Aplikasi Six Sigma Untuk Menganalisis Faktor-Faktor Penyebab Kecacatan Produk Crumb Rubber Sir 20 pada PT. XYZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT Vol 3, No. 4*, Universitas Sumatra Utara.



Lampiran 1 Peta Kendali P

Tanggal	Release	Pecah	Proporsi	CL	UCL	LCL
01-Jan-16	15980	35	0.00219	0.001669	0.002314	0.001023
02-Jan-16	15215	30	0.001972	0.001669	0.00233	0.001007
03-Jan-16	69633	78	<b>0.00112</b>	0.001669	0.001978	0.001359
04-Jan-16	86907	113	<b>0.0013</b>	0.001669	0.001945	0.001392
05-Jan-16	104275	139	<b>0.001333</b>	0.001669	0.001921	0.001416
06-Jan-16	109200	150	<b>0.001374</b>	0.001669	0.001916	0.001421
07-Jan-16	99260	155	0.001562	0.001669	0.001928	0.001409
08-Jan-16	97875	171	0.001747	0.001669	0.001929	0.001408
09-Jan-16	101390	132	<b>0.001302</b>	0.001669	0.001925	0.001412
10-Jan-16	76525	113	0.001477	0.001669	0.001964	0.001373
11-Jan-16	81548	238	<b>0.002919</b>	0.001669	0.001954	0.001383
12-Jan-16	111006	133	0.001198	0.001669	0.001913	0.001424
13-Jan-16	105645	175	0.001656	0.001669	0.00192	0.001417
14-Jan-16	105928	150	0.001416	0.001669	0.001919	0.001418
15-Jan-16	92870	205	<b>0.002207</b>	0.001669	0.001936	0.001401
16-Jan-16	95215	204	<b>0.002143</b>	0.001669	0.001933	0.001404
17-Jan-16	93289	128	<b>0.001372</b>	0.001669	0.001936	0.001401
18-Jan-16	92202	135	0.001464	0.001669	0.001937	0.0014
19-Jan-16	101619	146	0.001437	0.001669	0.001925	0.001412
20-Jan-16	113917	136	<b>0.001194</b>	0.001669	0.00191	0.001427
21-Jan-16	104785	192	0.001832	0.001669	0.001921	0.001416
22-Jan-16	103269	114	<b>0.001104</b>	0.001669	0.001923	0.001414
23-Jan-16	100153	129	<b>0.001288</b>	0.001669	0.001926	0.001411
24-Jan-16	77032	119	0.001545	0.001669	0.001963	0.001374
25-Jan-16	67023	87	<b>0.001298</b>	0.001669	0.001984	0.001353
26-Jan-16	84260	193	<b>0.002291</b>	0.001669	0.00195	0.001387
27-Jan-16	86874	159	0.00183	0.001669	0.001945	0.001392
28-Jan-16	93365	193	<b>0.002067</b>	0.001669	0.001936	0.001401
29-Jan-16	84900	221	0.002603	0.001669	0.001949	0.001388
30-Jan-16	90120	237	<b>0.00263</b>	0.001669	0.00194	0.001397
31-Jan-16	89088	179	<b>0.002009</b>	0.001669	0.001942	0.001395
<b>Jumlah</b>	<b>2750368</b>	<b>4589</b>				



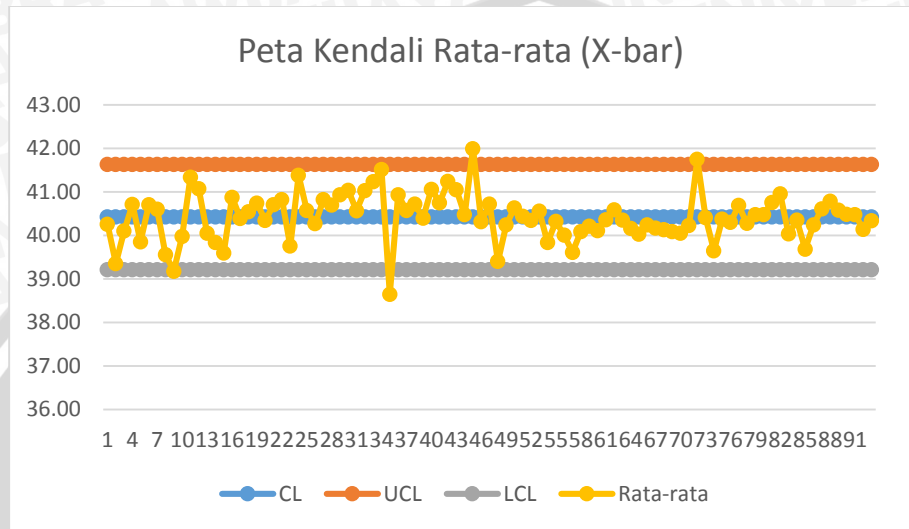
Lampiran 2 (Peta Kendali X-bar)

No	Hasil Observasi Berat Semen Sesudah Diisi Ditiap Spout								Rata-rata	Range	CL	UCL	LCL	Rata-rata
	1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)	4 (kg)	5 (kg)	6 (kg)	7 (kg)	8 (kg)						
1	41.12	40.11	39.98	37.26	40.05	43.55	39.62	40.36	40.26	6.29	40.42	41.64	39.21	40.26
2	40.03	37.70	39.96	40.34	39.50	38.05	38.37	40.89	39.36	3.19	40.42	41.64	39.21	39.36
3	39.55	39.78	39.39	39.86	41.98	40.07	39.76	40.44	40.10	2.59	40.42	41.64	39.21	40.10
4	40.31	40.44	40.39	41.83	39.94	40.12	42.30	40.35	40.71	2.36	40.42	41.64	39.21	40.71
5	38.87	39.54	40.02	39.53	40.18	40.04	39.64	41.01	39.85	2.14	40.42	41.64	39.21	39.85
6	40.49	41.54	40.46	39.18	41.82	41.42	40.30	40.43	40.71	2.64	40.42	41.64	39.21	40.71
7	38.02	41.38	40.32	41.35	41.29	41.11	41.23	40.11	40.60	3.36	40.42	41.64	39.21	40.60
8	40.49	39.91	38.83	37.04	40.44	40.04	39.66	40.07	39.56	3.45	40.42	41.64	39.21	39.56
9	38.12	39.77	37.69	36.57	39.89	40.21	40.07	41.09	39.18	4.52	40.42	41.64	39.21	39.18
10	40.20	40.00	39.69	36.84	43.23	40.21	39.57	40.10	39.98	6.39	40.42	41.64	39.21	39.98
11	42.89	41.86	39.91	39.30	41.89	42.14	42.21	40.50	41.34	3.59	40.42	41.64	39.21	41.34
12	40.44	41.76	42.12	39.82	42.02	41.85	40.46	40.11	41.07	2.30	40.42	41.64	39.21	41.07
13	39.57	39.87	39.67	41.80	39.98	40.21	38.96	40.34	40.05	2.84	40.42	41.64	39.21	40.05
14	40.50	39.82	40.32	36.78	40.27	40.19	39.68	41.14	39.84	4.36	40.42	41.64	39.21	39.84
15	38.10	40.07	39.88	36.96	39.94	40.23	40.42	41.16	39.60	4.20	40.42	41.64	39.21	39.60
16	41.54	41.95	39.62	41.98	39.67	40.07	42.03	40.16	40.88	2.41	40.42	41.64	39.21	40.88
17	39.91	40.48	39.55	39.70	40.37	42.39	40.26	40.46	40.39	2.84	40.42	41.64	39.21	40.39
18	42.00	39.73	39.89	39.91	42.30	40.29	39.78	40.47	40.55	2.57	40.42	41.64	39.21	40.55
19	40.07	41.57	41.68	40.92	39.71	41.96	39.84	40.17	40.74	2.25	40.42	41.64	39.21	40.74
20	39.83	41.45	40.45	39.42	39.89	39.60	41.93	40.17	40.34	2.51	40.42	41.64	39.21	40.34
21	39.53	41.45	41.32	41.47	39.73	40.50	41.78	39.88	40.71	2.25	40.42	41.64	39.21	40.71
22	41.53	41.37	41.28	40.42	40.45	41.13	40.23	40.18	40.82	1.35	40.42	41.64	39.21	40.82
23	39.16	39.53	39.17	39.50	39.86	39.76	39.87	41.19	39.76	2.03	40.42	41.64	39.21	39.76
24	40.42	41.26	42.22	40.44	43.42	42.55	39.53	41.19	41.38	3.89	40.42	41.64	39.21	41.38
25	42.48	39.79	40.37	42.01	40.27	40.23	39.21	40.20	40.57	3.27	40.42	41.64	39.21	40.57
26	39.64	39.87	41.89	40.48	40.44	40.32	39.32	40.21	40.27	2.57	40.42	41.64	39.21	40.27
27	40.34	41.48	41.46	42.87	40.21	40.20	39.73	40.32	40.83	3.14	40.42	41.64	39.21	40.83
28	41.82	40.50	39.82	39.82	41.73	42.14	39.57	40.21	40.70	2.57	40.42	41.64	39.21	40.70
29	40.21	41.70	39.32	39.78	41.87	42.25	41.95	40.41	40.94	2.93	40.42	41.64	39.21	40.94
30	42.95	42.12	40.41	39.91	40.49	39.82	42.21	40.41	41.04	3.13	40.42	41.64	39.21	41.04
31	40.48	41.45	41.51	41.96	40.29	40.16	38.76	39.93	40.57	3.20	40.42	41.64	39.21	40.57
32	40.37	42.24	40.47	41.87	40.21	42.55	40.12	40.43	41.03	2.43	40.42	41.64	39.21	41.03
33	41.28	41.48	43.76	40.50	40.46	40.01	42.18	40.23	41.24	3.75	40.42	41.64	39.21	41.24
34	40.46	40.49	40.47	38.20	44.06	43.63	44.39	40.43	41.52	6.19	40.42	41.64	39.21	41.52
35	39.52	37.18	37.07	37.00	39.68	37.92	39.54	41.27	38.65	4.27	40.42	41.64	39.21	38.65

36	41.79	41.75	39.77	40.12	39.89	41.96	41.71	40.47	40.93	2.19	40.42	41.64	39.21	40.93
37	41.52	41.77	40.42	41.95	39.96	40.11	39.34	39.54	40.58	2.61	40.42	41.64	39.21	40.58
38	40.41	41.59	42.00	39.86	42.05	39.87	40.47	39.50	40.72	2.55	40.42	41.64	39.21	40.72
39	40.45	40.50	39.71	40.05	40.17	42.18	39.96	40.17	40.40	2.47	40.42	41.64	39.21	40.40
40	42.20	40.45	41.52	39.79	41.77	42.32	40.45	39.99	41.06	2.53	40.42	41.64	39.21	41.06
41	41.79	39.51	42.07	41.69	40.19	40.45	39.89	40.41	40.75	2.56	40.42	41.64	39.21	40.75
42	44.08	40.50	40.30	39.70	43.11	43.62	38.20	40.43	41.24	5.88	40.42	41.64	39.21	41.24
43	41.23	41.00	41.73	40.36	39.66	42.00	42.02	40.43	41.05	2.36	40.42	41.64	39.21	41.05
44	39.89	40.43	39.67	40.00	41.93	42.18	39.73	39.96	40.47	2.51	40.42	41.64	39.21	40.47
45	43.71	40.50	39.52	40.50	44.32	40.50	43.32	43.59	42.00	4.80	40.42	41.64	39.21	<b>42.00</b>
46	40.47	40.44	39.89	39.85	40.03	42.19	39.74	39.91	40.32	2.45	40.42	41.64	39.21	40.32
47	41.27	40.42	39.51	39.54	39.77	42.07	41.64	41.52	40.72	2.56	40.42	41.64	39.21	40.72
48	38.21	39.66	40.07	37.14	39.93	40.29	38.25	41.66	39.40	4.52	40.42	41.64	39.21	39.40
49	39.30	39.96	39.57	42.10	39.54	39.95	39.86	41.68	40.25	2.80	40.42	41.64	39.21	40.25
50	41.37	40.11	41.37	40.39	39.98	40.39	39.71	41.75	40.63	2.04	40.42	41.64	39.21	40.63
51	41.68	40.12	39.92	39.87	42.14	39.96	40.04	39.79	40.44	2.35	40.42	41.64	39.21	40.44
52	40.19	39.34	41.96	41.86	40.01	40.05	39.56	39.77	40.34	2.62	40.42	41.64	39.21	40.34
53	41.07	41.87	41.96	39.95	39.73	40.18	39.92	39.80	40.56	2.23	40.42	41.64	39.21	40.56
54	43.80	40.01	37.86	36.88	39.98	40.14	40.20	39.80	39.83	6.92	40.42	41.64	39.21	39.83
55	41.70	40.50	39.77	40.21	37.12	39.72	41.75	41.80	40.32	4.68	40.42	41.64	39.21	40.32
56	40.43	40.06	42.25	39.63	40.02	39.86	38.22	39.57	40.01	4.03	40.42	41.64	39.21	40.01
57	39.97	37.90	41.00	40.12	41.28	39.88	37.12	39.61	39.61	4.16	40.42	41.64	39.21	39.61
58	40.66	40.09	40.42	39.77	38.22	40.08	39.68	41.79	40.09	3.57	40.42	41.64	39.21	40.09
59	38.27	41.40	41.71	40.32	39.65	39.95	40.00	40.40	40.21	3.44	40.42	41.64	39.21	40.21
60	39.01	40.07	40.23	41.13	39.99	40.50	40.09	39.84	40.11	2.12	40.42	41.64	39.21	40.11
61	40.36	39.94	39.44	40.99	40.45	41.72	40.36	39.61	40.36	2.28	40.42	41.64	39.21	40.36
62	40.19	40.12	41.70	40.50	42.00	40.20	40.07	39.95	40.59	2.05	40.42	41.64	39.21	40.59
63	41.83	42.48	40.44	40.05	37.96	38.77	41.55	39.72	40.35	4.52	40.42	41.64	39.21	40.35
64	42.17	38.88	39.91	41.71	39.87	39.55	39.55	39.67	40.16	3.29	40.42	41.64	39.21	40.16
65	39.22	40.14	40.00	40.30	38.25	41.99	39.82	40.50	40.03	3.74	40.42	41.64	39.21	40.03
66	41.49	40.19	40.18	40.10	39.00	39.87	41.00	40.13	40.25	2.49	40.42	41.64	39.21	40.25
67	40.02	39.72	36.80	39.87	40.15	40.05	41.74	43.00	40.17	6.20	40.42	41.64	39.21	40.17
68	40.10	38.21	40.41	40.15	41.08	39.86	41.64	39.60	40.13	3.43	40.42	41.64	39.21	40.13
69	40.50	39.95	40.48	37.21	40.29	40.38	40.22	41.67	40.09	4.46	40.42	41.64	39.21	40.09
70	39.44	41.73	39.66	38.23	39.77	40.12	41.83	39.65	40.05	3.60	40.42	41.64	39.21	40.05
71	40.03	37.33	40.65	39.92	41.35	41.96	39.95	40.60	40.22	4.63	40.42	41.64	39.21	40.22
72	41.68	40.41	40.58	43.12	40.21	44.32	43.68	39.99	41.75	4.33	40.42	41.64	39.21	<b>41.75</b>
73	40.40	40.46	40.85	42.05	40.08	40.32	39.65	39.46	40.41	2.59	40.42	41.64	39.21	40.41



74	38.00	37.12	38.94	39.97	38.98	40.34	39.89	43.95	39.65	6.83	40.42	41.64	39.21	39.65
75	39.94	40.31	39.94	40.08	39.55	40.43	42.43	40.32	40.38	2.88	40.42	41.64	39.21	40.38
76	40.19	41.78	39.91	40.21	39.62	39.75	41.30	39.63	40.30	2.16	40.42	41.64	39.21	40.30
77	41.72	40.07	39.75	42.20	39.89	40.43	40.51	40.95	40.69	2.45	40.42	41.64	39.21	40.69
78	39.08	39.23	40.44	41.55	40.50	40.03	40.39	41.00	40.28	2.47	40.42	41.64	39.21	40.28
79	39.95	40.31	41.10	39.78	42.50	40.36	39.70	40.14	40.48	2.80	40.42	41.64	39.21	40.48
80	39.73	40.30	40.27	41.94	39.98	39.46	40.30	41.84	40.48	2.48	40.42	41.64	39.21	40.48
81	40.68	41.23	40.39	42.50	39.99	39.63	40.15	41.51	40.76	2.87	40.42	41.64	39.21	40.76
82	42.41	41.33	39.61	39.68	42.48	40.33	41.89	39.93	40.96	2.87	40.42	41.64	39.21	40.96
74	38.00	37.12	38.94	39.97	38.98	40.34	39.89	43.95	39.65	6.83	40.42	41.64	39.21	39.65
75	39.94	40.31	39.94	40.08	39.55	40.43	42.43	40.32	40.38	2.88	40.42	41.64	39.21	40.38
76	40.19	41.78	39.91	40.21	39.62	39.75	41.30	39.63	40.30	2.16	40.42	41.64	39.21	40.30
77	41.72	40.07	39.75	42.20	39.89	40.43	40.51	40.95	40.69	2.45	40.42	41.64	39.21	40.69
78	39.08	39.23	40.44	41.55	40.50	40.03	40.39	41.00	40.28	2.47	40.42	41.64	39.21	40.28
79	39.95	40.31	41.10	39.78	42.50	40.36	39.70	40.14	40.48	2.80	40.42	41.64	39.21	40.48
80	39.73	40.30	40.27	41.94	39.98	39.46	40.30	41.84	40.48	2.48	40.42	41.64	39.21	40.48
81	40.68	41.23	40.39	42.50	39.99	39.63	40.15	41.51	40.76	2.87	40.42	41.64	39.21	40.76
82	42.41	41.33	39.61	39.68	42.48	40.33	41.89	39.93	40.96	2.87	40.42	41.64	39.21	40.96
83	40.46	39.96	37.6	40.31	41.5	39.57	40.17	40.7	40.03	3.9	40.42	41.64	39.21	40.03
84	40.53	40.45	40.98	40.15	41.64	39.71	39.52	39.82	40.35	2.12	40.42	41.64	39.21	40.35
85	40.31	38.12	40.44	40.93	38.02	40.14	39.44	40.08	39.69	2.91	40.42	41.64	39.21	39.69
86	40.32	40.34	40.21	40.12	40.28	40.13	40.06	40.46	40.24	0.4	40.42	41.64	39.21	40.24
87	40.07	41.43	39.96	39.63	41.9	41.58	40.14	40.17	40.61	2.27	40.42	41.64	39.21	40.61
88	40.82	39.98	41.6	40.15	42.33	39.65	41.94	39.84	40.79	2.68	40.42	41.64	39.21	40.79
89	42.31	40.86	39.84	41.51	40.17	39.68	39.55	40.73	40.58	2.76	40.42	41.64	39.21	40.58
90	39.05	37.38	42.14	40.18	40.13	41.34	40.33	43.3	40.48	5.92	40.42	41.64	39.21	40.48
91	41.23	40.52	40.09	41.85	39.69	40.3	39.83	40.33	40.48	2.16	40.42	41.64	39.21	40.48
92	37.89	39.95	39.98	40.44	40.26	40.34	41.76	40.48	40.14	3.87	40.42	41.64	39.21	40.14
93	39.96	40.17	40.02	41.7	38.67	40.43	41.84	39.93	40.34	3.17	40.42	41.64	39.21	40.34
								<b>Xrata2</b>	<b>40.42</b>	<b>3.25</b>				



A2	0.373
D3	0.136
D4	1.864

## Lampiran 3 (Peta Kendali Jarak (R))

No	Tanggal Pengambilan	Waktu Pengambilan	Hasil Observasi Berat Semen Sesudah Diisi Ditiap Spout								Rata-rata	Range	CL	UCL	LCL
			1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)	4 (kg)	5 (kg)	6 (kg)	7 (kg)	8 (kg)					
1	01-Jan-16	00.00 - 08.00	41.12	40.11	39.98	37.26	40.05	43.55	39.62	40.36	40.26	<b>6.29</b>	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.03	37.70	39.96	40.34	39.50	38.05	38.37	40.89	39.36	3.19	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.55	39.78	39.39	39.86	41.98	40.07	39.76	40.44	40.10	2.59	3.25	6.06	0.44
2	02-Jan-16	00.00 - 08.00	40.31	40.44	40.39	41.83	39.94	40.12	42.30	40.35	40.71	2.36	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	38.87	39.54	40.02	39.53	40.18	40.04	39.64	41.01	39.85	2.14	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.49	41.54	40.46	39.18	41.82	41.42	40.30	40.43	40.71	2.64	3.25	6.06	0.44
3	03-Jan-16	00.00 - 08.00	38.02	41.38	40.32	41.35	41.29	41.11	41.23	40.11	40.60	3.36	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.49	39.91	38.83	37.04	40.44	40.04	39.66	40.07	39.56	3.45	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	38.12	39.77	37.69	36.57	39.89	40.21	40.07	41.09	39.18	4.52	3.25	6.06	0.44
4	04-Jan-16	00.00 - 08.00	40.20	40.00	39.69	36.84	43.23	40.21	39.57	40.10	39.98	<b>6.39</b>	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	42.89	41.86	39.91	39.30	41.89	42.14	42.21	40.50	41.34	3.59	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.44	41.76	42.12	39.82	42.02	41.85	40.46	40.11	41.07	2.30	3.25	6.06	0.44
5	05-Jan-16	00.00 - 08.00	39.57	39.87	39.67	41.80	39.98	40.21	38.96	40.34	40.05	2.84	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.50	39.82	40.32	36.78	40.27	40.19	39.68	41.14	39.84	4.36	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	38.10	40.07	39.88	36.96	39.94	40.23	40.42	41.16	39.60	4.20	3.25	6.06	0.44
6	06-Jan-16	00.00 - 08.00	41.54	41.95	39.62	41.98	39.67	40.07	42.03	40.16	40.88	2.41	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.91	40.48	39.55	39.70	40.37	42.39	40.26	40.46	40.39	2.84	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	42.00	39.73	39.89	39.91	42.30	40.29	39.78	40.47	40.55	2.57	3.25	6.06	0.44
7	07-Jan-16	00.00 - 08.00	40.07	41.57	41.68	40.92	39.71	41.96	39.84	40.17	40.74	2.25	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.83	41.45	40.45	39.42	39.89	39.60	41.93	40.17	40.34	2.51	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.53	41.45	41.32	41.47	39.73	40.50	41.78	39.88	40.71	2.25	3.25	6.06	0.44
8	08-Jan-16	00.00 - 08.00	41.53	41.37	41.28	40.42	40.45	41.13	40.23	40.18	40.82	1.35	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.16	39.53	39.17	39.50	39.86	39.76	39.87	41.19	39.76	2.03	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.42	41.26	42.22	40.44	43.42	42.55	39.53	41.19	41.38	3.89	3.25	6.06	0.44
9	09-Jan-16	00.00 - 08.00	42.48	39.79	40.37	42.01	40.27	40.23	39.21	40.20	40.57	3.27	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.64	39.87	41.89	40.48	40.44	40.32	39.32	40.21	40.27	2.57	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.34	41.48	41.46	42.87	40.21	40.20	39.73	40.32	40.83	3.14	3.25	6.06	0.44
10	10-Jan-16	00.00 - 08.00	41.82	40.50	39.82	39.82	41.73	42.14	39.57	40.21	40.70	2.57	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.21	41.70	39.32	39.78	41.87	42.25	41.95	40.41	40.94	2.93	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	42.95	42.12	40.41	39.91	40.49	39.82	42.21	40.41	41.04	3.13	3.25	6.06	0.44
11	11-Jan-16	00.00 - 08.00	40.48	41.45	41.51	41.96	40.29	40.16	38.76	39.93	40.57	3.20	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.37	42.24	40.47	41.87	40.21	42.55	40.12	40.43	41.03	2.43	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	41.28	41.48	43.76	40.50	40.46	40.01	42.18	40.23	41.24	3.75	3.25	6.06	0.44
12	12-Jan-16	00.00 - 08.00	40.46	40.49	40.47	38.20	44.06	43.63	44.39	40.43	41.52	<b>6.19</b>	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.52	37.18	37.07	37.00	39.68	37.92	39.54	41.27	38.65	4.27	3.25	6.06	0.44

		16.00 - 00.00	41.79	41.75	39.77	40.12	39.89	41.96	41.71	40.47	40.93	2.19	3.25	6.06	0.44
13	13-Jan-16	00.00 - 08.00	41.52	41.77	40.42	41.95	39.96	40.11	39.34	39.54	40.58	2.61	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.41	41.59	42.00	39.86	42.05	39.87	40.47	39.50	40.72	2.55	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.45	40.50	39.71	40.05	40.17	42.18	39.96	40.17	40.40	2.47	3.25	6.06	0.44
14	14-Jan-16	00.00 - 08.00	42.20	40.45	41.52	39.79	41.77	42.32	40.45	39.99	41.06	2.53	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	41.79	39.51	42.07	41.69	40.19	40.45	39.89	40.41	40.75	2.56	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	44.08	40.50	40.30	39.70	43.11	43.62	38.20	40.43	41.24	5.88	3.25	6.06	0.44
15	15-Jan-16	00.00 - 08.00	41.23	41.00	41.73	40.36	39.66	42.00	42.02	40.43	41.05	2.36	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.89	40.43	39.67	40.00	41.93	42.18	39.73	39.96	40.47	2.51	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	43.71	40.50	39.52	40.50	44.32	40.50	43.32	43.59	42.00	4.80	3.25	6.06	0.44
16	16-Jan-16	00.00 - 08.00	40.47	40.44	39.89	39.85	40.03	42.19	39.74	39.91	40.32	2.45	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	41.27	40.42	39.51	39.54	39.77	42.07	41.64	41.52	40.72	2.56	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	38.21	39.66	40.07	37.14	39.93	40.29	38.25	41.66	39.40	4.52	3.25	6.06	0.44
17	17-Jan-16	00.00 - 08.00	39.30	39.96	39.57	42.10	39.54	39.95	39.86	41.68	40.25	2.80	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	41.37	40.11	41.37	40.39	39.98	40.39	39.71	41.75	40.63	2.04	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	41.68	40.12	39.92	39.87	42.14	39.96	40.04	39.79	40.44	2.35	3.25	6.06	0.44
18	18-Jan-16	00.00 - 08.00	40.19	39.34	41.96	41.86	40.01	40.05	39.56	39.77	40.34	2.62	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	41.07	41.87	41.96	39.95	39.73	40.18	39.92	39.80	40.56	2.23	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	43.80	40.01	37.86	36.88	39.98	40.14	40.20	39.80	39.83	<b>6.92</b>	3.25	6.06	0.44
19	19-Jan-16	00.00 - 08.00	41.70	40.50	39.77	40.21	37.12	39.72	41.75	41.80	40.32	4.68	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.43	40.06	42.25	39.63	40.02	39.86	38.22	39.57	40.01	4.03	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.97	37.90	41.00	40.12	41.28	39.88	37.12	39.61	39.61	4.16	3.25	6.06	0.44
20	20-Jan-16	00.00 - 08.00	40.66	40.09	40.42	39.77	38.22	40.08	39.68	41.79	40.09	3.57	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	38.27	41.40	41.71	40.32	39.65	39.95	40.00	40.40	40.21	3.44	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.01	40.07	40.23	41.13	39.99	40.50	40.09	39.84	40.11	2.12	3.25	6.06	0.44
21	21-Jan-16	00.00 - 08.00	40.36	39.94	39.44	40.99	40.45	41.72	40.36	39.61	40.36	2.28	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.19	40.12	41.70	40.50	42.00	40.20	40.07	39.95	40.59	2.05	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	41.83	42.48	40.44	40.05	37.96	38.77	41.55	39.72	40.35	4.52	3.25	6.06	0.44
22	22-Jan-16	00.00 - 08.00	42.17	38.88	39.91	41.71	39.87	39.55	39.55	39.67	40.16	3.29	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.22	40.14	40.00	40.30	38.25	41.99	39.82	40.50	40.03	3.74	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	41.49	40.19	40.18	40.10	39.00	39.87	41.00	40.13	40.25	2.49	3.25	6.06	0.44
23	23-Jan-16	00.00 - 08.00	40.02	39.72	36.80	39.87	40.15	40.05	41.74	43.00	40.17	<b>6.20</b>	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.10	38.21	40.41	40.15	41.08	39.86	41.64	39.60	40.13	3.43	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.50	39.95	40.48	37.21	40.29	40.38	40.22	41.67	40.09	4.46	3.25	6.06	0.44
24	24-Jan-16	00.00 - 08.00	39.44	41.73	39.66	38.23	39.77	40.12	41.83	39.65	40.05	3.60	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.03	37.33	40.65	39.92	41.35	41.96	39.95	40.60	40.22	4.63	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	41.68	40.41	40.58	43.12	40.21	44.32	43.68	39.99	41.75	4.33	3.25	6.06	0.44
25	25-Jan-16	00.00 - 08.00	40.40	40.46	40.85	42.05	40.08	40.32	39.65	39.46	40.41	2.59	3.25	6.06	0.44

		08.00 - 16.00	38.00	37.12	38.94	39.97	38.98	40.34	39.89	43.95	39.65	6.83	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.94	40.31	39.94	40.08	39.55	40.43	42.43	40.32	40.38	2.88	3.25	6.06	0.44
26	26-Jan-16	00.00 - 08.00	40.19	41.78	39.91	40.21	39.62	39.75	41.30	39.63	40.30	2.16	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	41.72	40.07	39.75	42.20	39.89	40.43	40.51	40.95	40.69	2.45	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.08	39.23	40.44	41.55	40.50	40.03	40.39	41.00	40.28	2.47	3.25	6.06	0.44
27	27-Jan-16	00.00 - 08.00	39.95	40.31	41.10	39.78	42.50	40.36	39.70	40.14	40.48	2.80	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	39.73	40.30	40.27	41.94	39.98	39.46	40.30	41.84	40.48	2.48	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.68	41.23	40.39	42.50	39.99	39.63	40.15	41.51	40.76	2.87	3.25	6.06	0.44
28	28-Jan-16	00.00 - 08.00	42.41	41.33	39.61	39.68	42.48	40.33	41.89	39.93	40.96	2.87	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.46	39.96	37.60	40.31	41.50	39.57	40.17	40.70	40.03	3.90	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.53	40.45	40.98	40.15	41.64	39.71	39.52	39.82	40.35	2.12	3.25	6.06	0.44
29	29-Jan-16	00.00 - 08.00	40.31	38.12	40.44	40.93	38.02	40.14	39.44	40.08	39.69	2.91	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	40.32	40.34	40.21	40.12	40.28	40.13	40.06	40.46	40.24	<b>0.40</b>	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	40.07	41.43	39.96	39.63	41.90	41.58	40.14	40.17	40.61	2.27	3.25	6.06	0.44
30	30-Jan-16	00.00 - 08.00	40.82	39.98	41.60	40.15	42.33	39.65	41.94	39.84	40.79	2.68	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	42.31	40.86	39.84	41.51	40.17	39.68	39.55	40.73	40.58	2.76	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.05	37.38	42.14	40.18	40.13	41.34	40.33	43.30	40.48	5.92	3.25	6.06	0.44
31	31-Jan-16	00.00 - 08.00	41.23	40.52	40.09	41.85	39.69	40.30	39.83	40.33	40.48	2.16	3.25	6.06	0.44
		08.00 - 16.00	37.89	39.95	39.98	40.44	40.26	40.34	41.76	40.48	40.14	3.87	3.25	6.06	0.44
		16.00 - 00.00	39.96	40.17	40.02	41.70	38.67	40.43	41.84	39.93	40.34	3.17	3.25	6.06	0.44
										<b>Xrata2</b>	<b>40.42</b>	<b>3.25</b>			

A2	0.373
D3	0.136
D4	1.864

