



TUGAS AKHIR - SS 141501

PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *PLASTIC TUBE* UKURAN 30 mm DI PT. MULTIPLASTJAYA TATAMANDIRI

UTAMI RIZKY DAMAYANTI
NRP 1313 105 001

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Program Studi S1 Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - SS 141501

PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *PLASTIC TUBE* UKURAN 30 mm DI PT. MULTIPLASTJAYA TATAMANDIRI

UTAMI RIZKY DAMAYANTI

NRP 1313 105 001

Dosen Pembimbing

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Program Studi S1 Statistika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS 141501

**QUALITY CONTROL OF PLASTIC TUBE SIZE 30 mm
PRODUCTION PROCESS IN PT. MULTIPLASTJAYA
TATAMANDIRI**

UTAMI RIZKY DAMAYANTI
NRP 1313 105 001

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Undergraduate Programme of Statistics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *PLASTIC TUBE* UKURAN 30 mm DI PT. MULTIPLASTJAYA TATAMANDIRI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana

pada

Program Studi S1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

UTAMI RIZKY DAMAYANTI
NRP. 1313 105 001

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT
NIP. 19610311 198701 2 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN STATISTIKA
Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001
SURABAYA, JULI 2015

**PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI
PLASTIC TUBE UKURAN 30 mm
DI PT. MULTIPLASTJAYA TATAMANDIRI**

Nama : Utami Rizky Damayanti
NRP : 1313 105 001
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Abstrak

PT. Multiplastjaya Tatamandiri merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan kemasan plastik (plastic tube) untuk kosmetik, salah satu produk yang dihasilkan adalah plastic tube ukuran 30 mm. Untuk menjaga kualitas dan menghindari kegagalan produk, perusahaan melakukan quality inspection terhadap karakteristik kualitas yang meliputi ulir pecah atau dol, shoulder atau leher tube jebol, orange peel, black spot, orifice atau lubang pada kepala tube tidak simetris, orifice oval, dan tube penyok. Pengendalian kualitas proses produksi tube ukuran 30 mm selama ini dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu mencatat menggunakan lembar pengamatan saja, sehingga tidak dapat diketahui apakah proses produksi sudah terkendali atau belum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses produksi plastic tube ukuran 30 mm sudah terkendali dan apa saja factor penyebab cacat yang menjadi prioritas perbaikan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan peta kendali p multivariat, diketahui bahwa proses produksi plastic tube 30 mm pada tahapan drilling sudah terkendali. Jenis cacat yang menjadi prioritas perbaikan adalah cacat orifice oval. Faktor penyebab cacat orifice oval diantaranya yaitu campuran bahan baku yang kurang baik, bahan sulit di plong, pengeplongan tidak tepat di tengah, operator kurang teliti dan kelelahan, setting ukuran pada mesin tidak sesuai dan pemotongan kurang sempurna sehingga lubang berbentuk oval.

Kata Kunci : Plastic Tube, Pengendalian Kualitas, dan Peta Kendali p Multivariat.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

QUALITY CONTROL OF PLASTIC TUBE SIZE 30 mm PRODUCTION PROCESS IN PT. MULTIPLASTJAYA TATAMANDIRI

Name : Utami Rizky Damayanti
NRP : 1313 105 001
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Abstract

PT. Multiplastjaya Tatamandiri is a company engaged in the manufacture of plastic packaging (plastic tube) for cosmetics, one of the resulting product is a plastic tube with a size of 30 mm. To maintain quality and avoid product failure, the company conducts quality inspection on quality of characteristics which include screw ruptured, broken shoulder, orange peel, black spot, unsymmetrical orifice, oval orifice, and tube bender. During this time control quality of production process which is done by PT. Multiplastjaya Tatamandiri still using a simple way that called check sheet, where the information can't identify whether the production process was under control or not. This study aims to determine whether the production process of plastic tube with a size of 30 mm was under control and what are the factors causing defects priority repairs. Based on the analysis conducted using multivariate p control chart, it is known that the production process of plastic tube 30 mm in the drilling phase was under control. Types of defect that prioritized to be repaired are defect of oval orifice. Factors that cause defects oval orifice such as imperfect blending of raw materials, materials that are difficult to make a hole, perforations are not right in the middle, less scrupulous operators and fatigue, size setting on the machine is not appropriate and cutting is not perfect so the hole is oval.

Keywords : *Plastic Tube, Quality Control, and Multivariate p Control Chart.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Hanya kepada kehadiran Allah SWT semata, Dzat yang harus disembah dan diminta pertolongan, puji syukur dipanjatkan atas terselesaikannya Tugas Akhir ini, dengan judul:

PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI *PLASTIC TUBE* UKURAN 30 mm DI PT. MULTIPLASTJAYA TATAMANDIRI

Tujuan dari penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah agar mahasiswa dapat mengetahui secara langsung penerapan dari disiplin ilmu yang dipelajari serta membuka wawasan mahasiswa untuk dapat lebih mengembangkan apa yang diperoleh dibangku kuliah yang nantinya dapat memberikan kontribusi pemikiran tentang aplikasi statistika pada lembaga/masyarakat bersangkutan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pembuatan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, bimbingan, petunjuk-petunjuk dan juga saran dari berbagai pihak. Dalam pembuatan Tugas Akhir ini dengan segala kerendahan hati, disampaikan ucapan terima kasih pada pihak-pihak yang telah membantu antara lain:

1. Ibu Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk membimbing hingga selesainya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS.
3. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT. Selaku Ketua Program Studi Sarjana dan selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan masukan untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Haryono, Ms. M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Sony Sunaryo, MS. Selaku Kepala bidang laboratorium Industri.

6. Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, S. Si., M. Si selaku Dosen Wali yang telah membimbing penulis mulai awal perkuliahan.
7. Seluruh staf dosen dan karyawan di Jurusan Statistika ITS yang telah membantu selama ini.
8. Bapak Ir. Sumiran (General Manager), Bapak Poniman dan Bapak Iwan Affandi di PT. Multiplastjaya Tatamandiri Sidoarjo yang telah memberikan izin, informasi dan bantuan selama pelaksanaan Tugas Akhir.
9. Ibuku tersayang, keluarga besar dan “*my beloved Candra Kirana*” yang senantiasa memberikan kepercayaan, kasih sayang dan doa.
10. Teman-teman Lintas Jalur 2013 atas kebersamaan dan dukungannya.
11. Pihak-pihak lain yang telah mendukung dan membantu atas terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga dukungan serta doa yang diberikan kepada penulis mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis sadar akan ketidaksempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis bersedia menerima kritik dan saran yang bersifat membangun.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	5
2.2 Korelasi Antar Variabel	5
2.3 Membandingkan Proporsi Dua Populasi.....	6
2.4 Pengendalian Kualitas Statistika	6
2.5 Peta Kendali Multivariat Atribut.....	8
2.6 Peta p Multivariat	8
2.7 Batas Kendali Peta p Multivariat	11
2.8 Interpretasi Terjadinya Kondisi Tidak Terkendali	12
2.9 Diagram Pareto.....	13
2.10 Diagram Ishikawa	14
2.11 Proses Produksi <i>Plastic Tube</i> 30 mm.....	15
2.12 Pemeriksaan Hasil Proses Produksi	17

	Halaman
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	19
3.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	21
3.3 Langkah Analisis.....	23
 BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Data	25
4.2 Korelasi Antar Variabel.....	26
4.3 Peta Kendali p Multivariat	26
4.3.1 Evaluasi Proses Tahap 1.....	27
4.3.2 Evaluasi Proses Tahap 2.....	30
4.4 Membandingkan Proporsi Dua Populasi.....	32
4.5 Diagram Pareto Jenis Cacat Dominan.....	32
4.6 Diagram Sebab-Akibat Faktor Penyebab Cacat	34
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jenis Cacat pada tahapan <i>Drilling</i>	19
Tabel 3.2 Struktur Data Jenis Cacat	22
Tabel 3.3 Struktur Data Proporsi Cacat.....	22
Tabel 4.1 Deskripsi Data Karakteristik Kualitas Atribut Produk <i>Plastic Tube</i> Ukuran 30 mm	25
Tabel 4.2 Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali.....	28
Tabel 4.3 Uji Proporsi Dua Tahap.....	32

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Pareto	13
Gambar 2.2 Diagram <i>Ishikawa</i>	14
Gambar 2.3 Diagram Alur Proses Produksi	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian	24
Gambar 4.1 Peta p multivariat pada tahap 1.....	27
Gambar 4.2 Perbaikan pertama peta p multivariat pada tahap 1	29
Gambar 4.3 Perbaikan kedua peta p multivariat pada tahap 1	30
Gambar 4.4 Peta p multivariat pada tahap 2.....	31
Gambar 4.5 Diagram Pareto jenis cacat <i>plastic tube</i> 30 mm tahap 1	33
Gambar 4.6 Diagram Pareto jenis cacat <i>plastic tube</i> 30 mm tahap 2	33
Gambar 4.7 Diagram sebab-akibat pada jenis cacat paling dominan.....	34

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengendalian kualitas adalah suatu proses yang dilakukan secara berkelanjutan untuk dapat menjamin mutu dari produk yang dihasilkan. Kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen untuk membeli suatu produk atau jasa yang diinginkannya. Kualitas atau mutu dapat menciptakan pelanggan yang punya loyalitas dalam jangka panjang. Dengan menerapkan sistem pengendalian kualitas, suatu perusahaan dapat menjaga kualitas produk yang dihasilkan, sehingga dapat mempertahankan atau bahkan memperluas pangsa pasarnya. Strategi peningkatan kualitas sangat penting untuk menjaga kestabilan proses sehingga variasi produk dapat dikendalikan dengan tujuan meminimalisasi produk cacat.

PT. Multiplastjaya Tatamandiri adalah suatu badan usaha berbentuk *Perseroan Terbatas* yang merupakan perusahaan swasta bergerak dalam bidang pembuatan kemasan plastik (*plastic tube*) untuk kosmetik. Untuk menjaga kualitas dan menghindari kegagalan produk, PT. Multiplastjaya Tatamandiri harus melakukan pengendalian kualitas (*quality control*). *Quality control* adalah organisasi yang dibentuk untuk menjamin agar produk (*tube*) yang dihasilkan oleh PT. Multiplastjaya Tatamandiri dari waktu ke waktu memiliki kualitas yang standar agar sesuai dengan apa yang ditetapkan dan disepakati oleh kedua belah pihak, yaitu antara produsen dan para pelanggan (*customer*). Bagian *quality control* akan melakukan *quality inspection* secara *random* (acak) pada periode-periode yang telah ditetapkan. Produk *tube* yang dihasilkan selalu mengutamakan hasil output produksi dari segi prosesnya yang mempunyai karakteristik kualitas lebih dari satu meliputi ulir pecah atau dol, *shoulder* (leher) jebol, *orange peel*, *black spot*, *orifice* (lubang) tidak simetris, *orifice* oval, dan *tube* penyok. Metode statistik yang dapat digunakan untuk mengontrol dan mengetahui

stabilitas proses produksi adalah peta kendali. Jika pemeriksaan obyek secara atribut dilakukan pada lebih dari satu karakteristik kualitas, peta kendali yang digunakan adalah peta kendali multivariat atribut.

Penelitian yang pernah dilakukan di PT. Multiplastjaya Tatamandiri yang berkaitan dengan pengendalian kualitas adalah terhadap produk *plastic tube* ukuran 35 mm. Analisis pengendalian kualitas pada proses produksi tube plastik telah dilakukan oleh Kurniawati, R.T (2011) dengan menggunakan metode peta kendali p univariat. Penggunaan peta kendali yang univariat diduga kurang sesuai untuk kasus ini karena kurang sensitif dalam menganalisis data. Dalam analisisnya, peta kendali p univariat tidak memperhatikan jenis cacat lebih dari satu dan ada korelasi antara jenis cacat, maka dari itu metode yang lebih sesuai untuk kasus jumlah jenis cacat yang bervariasi yaitu dengan peta kendali p multivariat. Penerapan peta kendali p multivariat pernah dilakukan oleh Riarso, I.R (2012) menyatakan bahwa peta kendali p multivariat lebih sensitif bila dibandingkan dengan peta kendali np multivariat. Maka dalam kasus pengendalian kualitas proses produksi tube plastik ukuran 35 mm lebih cocok dengan menggunakan peta kendali p multivariat.

Dalam penelitian ini di khususkan untuk melihat kualitas produk *plastic tube* 30 mm karena produk tersebut banyak diproduksi oleh PT. Multiplastjaya Tatamandiri dan paling rutin diproduksi, sehingga diharapkan dapat mewakili pengendalian kualitas produk kemasan plastik (*plastic tube*) dengan ukuran berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

PT. Multiplastjaya Tatamandiri selama ini melakukan pengendalian kualitas pada proses produksi *plastic tube* 30 mm dengan cara yang sederhana yaitu mencatat hasil *quality inspection* menggunakan lembar pengamatan saja, sehingga tidak dapat diketahui apakah proses produksi sudah terkendali atau belum. Upaya peningkatan kualitas proses produksi *plastic tube* ukuran 30 mm dilakukan dengan cara pemeriksaan terhadap

karakteristik kualitas yang meliputi ulir pecah atau dol, *shoulder* (leher) jebol, *orange peel*, *black spot*, *orifice* (lubang) tidak simetris, *orifice oval*, dan *tube* penyok. Maka, perlu dilakukan analisis statistik secara bersama mengingat bahwa variabel yang digunakan dalam mengukur kualitas produksi tidaklah tunggal. Oleh karena itu permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana kualitas proses produksi *plastic tube* 30 mm pada tahapan *drilling* menggunakan peta kendali *p* multivariat dan apa saja faktor penyebab cacat yang menjadi prioritas perbaikan dalam produksi produk *plastic tube* 30 mm.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui apakah proses produksi *plastic tube* 30 mm tahapan *drilling* sudah terkendali.
2. Menentukan faktor penyebab cacat yang menjadi prioritas perbaikan dalam proses produksi *plastic tube* 30 mm tahap *drilling*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan yang telah dipaparkan, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu sebagai masukan pada PT. Multiplasjaya Tatamandiri mengenai informasi untuk perbaikan, peningkatan kualitas dan meminimalkan adanya cacat produk *plastic tube* ukuran 30 mm pada tahapan proses *drilling* yang akan dipasarkan kepada konsumen.

1.5 Batasan Masalah

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data produk *plastic tube* 30 mm yang diambil pada tahapan *drilling* yang diproduksi pada shift I periode Januari 2015 sampai dengan Februari 2015 di bagian Quality Control PT. Multiplastjaya Tatamandiri.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah ulasan yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu data sehingga memberikan informasi yang berguna. Ada dua macam pengukuran dalam statistika deskriptif yaitu ukuran pemusatan dan ukuran penyebaran. Dalam statistika deskriptif yang termasuk dalam ukuran pemusatan adalah mean dan median. Mean atau sering disebut rata-rata merupakan nilai yang mewakili seluruh data. Median merupakan nilai pengamatan atau data yang terletak ditengah-tengah data jika data diurutkan dari terkecil ke terbesar atau sebaliknya. Sedangkan yang termasuk ukuran penyebaran adalah varian dan range. Varian adalah jumlah kuadrat dari selisih nilai data pengamatan dengan rata-rata dibagi banyak pengamatan. Range adalah selisih nilai maksimum dengan nilai minimum. Di dalam statistika deskriptif terdapat nilai mean, varian, nilai maksimum dan minimum yang dapat dijadikan sumber informasi untuk mengetahui karakteristik data (Walpole, 1998).

2.2 Korelasi Antar Variabel

Korelasi antar variabel adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur besarnya hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Nilai korelasi populasi (ρ) berkisar antara $-1 \leq \rho \leq 1$. Jika korelasi bernilai positif, maka hubungan antara dua variabel bersifat searah. Sebaliknya, jika korelasi bernilai negatif, maka hubungan antara dua variabel bersifat berlawanan arah. Nilai korelasi sampel (r) diukur dari nilai korelasi *Pearson* dengan rumus sebagai berikut.

$$r_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.1)$$

dimana X dan Y merupakan dua variabel yang akan dihitung nilai korelasinya, sedangkan n menunjukkan banyaknya pengamatan. Untuk mengetahui korelasi antar variabel dapat dinyatakan dalam hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada korelasi antara X dan Y)

$H_1 : \rho \neq 0$ (ada korelasi antara X dan Y)

dengan statistik uji $t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim T$ (2.2)

Apabila ditetapkan tingkat signifikan 5%, maka H_0 ditolak jika $|t| > t_{0,025,n-2}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, dimana $t_{\alpha/2}$ adalah nilai distribusi student (Walpole, 1998).

2.3 Membandingkan Proporsi Dua Populasi

Apabila terdapat dua kelompok data proporsi cacat dari suatu proses yang sama, maka untuk menguji apakah antara dua kelompok data tersebut memiliki perbedaan proporsi digunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : P_1 = P_2$

$H_1 : P_1 \neq P_2$

dengan statistik uji $Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$ (2.3)

dimana,

$$\hat{p} = \frac{n_1 \hat{p}_1 + n_2 \hat{p}_2}{n_1 + n_2}$$

Apabila ditetapkan tingkat signifikan 5%, maka H_0 ditolak jika $Z > Z_{0,025}$, dimana $Z_{\alpha/2}$ adalah nilai distribusi normal standart (Montgomery, 2009).

2.4 Pengendalian Kualitas Statistik

Kualitas merupakan faktor dasar keputusan konsumen dalam pemilihan produk dan jasa. Montgomery (2009) menjelaskan bahwa pengendalian kualitas statistika didefinisikan sebagai aktifitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktifitas itu

diukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan yang standar. Metode statistik mempunyai peran yang penting dalam jaminan kualitas. Salah satu metode statistik yang dapat diterapkan dalam pengendalian kualitas adalah peta kendali. Dalam pengendalian kualitas statistika tidaklah mungkin dengan hanya melakukan pemeriksaan terhadap produk akhir, produk harus dibuat secara benar sejak awal.

Cara pemeriksaan dengan menggunakan peta kendali dapat diklasifikasikan berdasarkan cara-cara pemeriksaan karakteristik yaitu:

a. Variabel

Pemeriksaan terhadap variabel berarti bahwa karakteristik diukur secara kuantitatif. Pemeriksaan terhadap produk-produk dengan pengukuran, misalnya tinggi, berat, temperatur dan sebagainya.

b. Atribut

Pemeriksaan terhadap atribut berarti bahwa karakteristik diukur secara kualitatif, tetapi dinilai masing-masing produk sebagai sesuai atau tidak sesuai berdasarkan produk memiliki atau tidak memiliki sifat tertentu seperti pengukuran cacat atau tidak cacat, sebagai contoh buah-buahan, sayur-sayuran dan sebagainya. Pemeriksaan terhadap produk-produk dengan cara mengklasifikasikan produk yang diterima atau ditolak (dengan kemungkinan membedakan produk yang ditolak sebagai produk yang tidak sesuai dan dikerjakan ulang).

Menurut Montgomery (2009), ada tujuh alat statistik yang sering digunakan dalam pengendalian kualitas secara statistik. Tujuh alat statistik atau yang lebih dikenal dengan *seven tools* tersebut yaitu lembar pengamatan, diagram pareto, diagram sebab akibat (*diagram ishikawa*), diagram konsentrasi cacat (*defect concentration diagram*), diagram pencar (*scatterplot*), peta kendali, dan histogram.

2.5 Peta Kendali Multivariat Atribut

Analisis multivariat adalah metode analisis statistik yang digunakan untuk mengelola data secara serentak dengan banyak variabel (Johnson & Wichern, 2002). Peta kendali adalah tampilan dalam bentuk grafik dari beberapa karakteristik kualitas yang telah diukur dan dihitung (Montgomery, 2009) dan merupakan salah satu alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas baik industri jasa dan manufaktur. Secara umum peta kendali ada dua macam yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut.

Montgomery (2009) mengatakan bahwa ada beberapa peta kendali yang digunakan untuk menganalisis kasus univariat atribut yaitu peta kendali p , np , c , dan u . Namun, dalam dunia nyata tidak jarang ditemui kasus-kasus dengan karakteristik atribut lebih dari satu. Jika variabel karakteristik kualitas yang diperiksa lebih dari satu dan antar variabel yang satu dengan yang lain ada hubungan maka disebut multivariat (Johnson & Winchern, 2002). Data multivariat diperoleh dari hasil pengukuran lebih dari satu karakteristik pada setiap individu dari anggota sampel. Sehingga, jika pemeriksaan obyek secara atribut dilakukan pada lebih dari satu karakteristik kualitas, peta kendali yang digunakan adalah peta kendali multivariat atribut.

2.6 Peta p Multivariat

Penggunaan peta p multivariat harus mempertimbangkan pembobot secara akurat guna mengontrol dan menaksir parameter tingkat cacat secara keseluruhan dalam proses. Secara umum, setiap item dapat diklasifikasikan dalam $(k+1)$ diurutkan dan kategori kualitas saling bebas tergantung pada tingkat cacat. Misalkan, kategori pertama dapat digunakan untuk mengklasifikasikan item tidak cacat, sedangkan sisanya k kategori dapat digunakan untuk mengklasifikasikan item cacat di k yang berbeda nilai cacatnya, dengan bertambahnya tingkat cacat. Dalam hal ini, asumsi kualitas bergantung pada karakteristik kualitas yang berhubungan dan memiliki distribusi multinomial.

Dalam mengevaluasi tingkat cacat keseluruhan, dapat digambarkan proses satu sampel dari n item. Diberikan $D=(D_0, D_1, \dots, D_j, \dots, D_k)$, dimana D_j adalah tingkat cacat ke- j , D_0 kategori cacat baik dan D_k tingkat cacat yang serius. Cacat yang berbeda-beda tersebut membawa kerugian bagi proses kualitas, sesuai dengan vektor D , sehingga vektor pembobot dapat didefinisikan secara numerik dari tingkat cacat suatu produk. Bobot dapat ditentukan dari disfungsi, biaya peningkatan atau cela (demerit) yang disebabkan oleh cacat. Pembobot ditentukan guna mencari penaksir parameter dari tingkat cacat keseluruhan δ . Jika vektor D memiliki lima kategori cacat seperti absen, minor, medium, major dan cacat serius maka D_0 untuk ketegori pertama, D_1 untuk kategori terakhir dan D lainnya antara 0 dan 1 kategori lain (Cozzucoli, 2009).

Diberikan $X=(X_0, X_1, \dots, X_j, \dots, X_k)$ variabel acak multivariat yang mempunyai distribusi multinomial dengan parameter n dan vektor probabilitas $p=(p_0, p_1, \dots, p_j, \dots, p_k)$, dimana $\sum_{j=0}^k p_j = 1$ dan $0 \leq p_j \leq 1$.

Secara khusus X_j adalah jumlah item dalam sampel yang diklasifikasikan kedalam kategori cacat D_j yang menunjukkan tingkat cacat ke- j dan p_j proporsi dari item cacat dalam klasifikasi kelas cacat ke- j .

Peta p multivariat merupakan peta kendali yang mempunyai distribusi acak multinomial dengan parameter (n, p) dimana n adalah ukuran sampel dan p vektor probabilitas. Peta p multivariat memiliki nilai pembobot sebesar $0 < d_j < 1$, $d_j < d_{j+1}$, $d_0=0$ dan $d_1=1$ dimana nilai pembobotnya ditentukan oleh besarnya tingkat kepentingan jenis cacat (Cozzucoli, 2009).

Konsep peta p multivariat harus mempertimbangkan pembobot secara akurat guna mengontrol dan menaksir parameter tingkat cacat secara keseluruhan dalam proses. Operator mengasumsikan klasifikasi cacat berdasarkan tingkat cacat keseluruhan sebagai berikut.

$$\delta = \sum_{j=0}^k d_j p_j \quad (2.3)$$

dimana, d_j = vektor pembobot ($0 \leq d_j \leq 1$)

p_j = proporsi dari kelas cacat ke- j ($0 \leq p_j \leq 1$)

δ = tingkat cacat keseluruhan ($0 < \delta < 1$)

Misalkan bahwa $X = (X_0, X_1, \dots, X_k)$ estimator maximum likelihood dari parameter $p = (p_0, p_1, \dots, p_k)$ adalah $\hat{p}_j = \frac{X_j}{n}$ yaitu jumlah cacat ke- j dibagi dengan n yang merupakan ukuran sampel. Oleh karena itu, untuk mengendalikan cacat keseluruhan dari parameter δ , dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\hat{\delta} = \sum_{j=0}^k d_j \hat{p}_j \quad (2.4)$$

Nilai ekspektasi dari $\hat{\delta}$ adalah

$$\begin{aligned} E(\hat{\delta}) &= E\left(\sum_{j=0}^k d_j \hat{p}_j\right) \\ E(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k d_j E(\hat{p}_j) \\ E(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k d_j E\left(\frac{X_j}{n}\right) \\ E(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k \frac{d_j}{n} E(X_j) \\ E(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k \frac{d_j}{n} np_j \\ E(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k d_j p_j \end{aligned} \quad (2.5)$$

Varian dari $\hat{\delta}$ adalah

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{\delta}) &= \text{Var}\left(\sum_{j=0}^k d_j \hat{p}_j\right) \\ \text{Var}(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k \text{Var}(d_j \hat{p}_j) \\ \text{Var}(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k d_j^2 \text{Var}\left(\frac{X_j}{n}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Var}(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k \frac{d_j^2}{n^2} \text{Var}(X_j) \\
\text{Var}(\hat{\delta}) &= \sum_{j=0}^k \left[d_j^2 \frac{1}{n^2} np_j(1-p_j) \right] \\
\text{Var}(\hat{\delta}) &= \frac{1}{n} \sum_{j=0}^k d_j^2 p_j(1-p_j) \\
\text{Var}(\hat{\delta}) &= \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{j=0}^k d_j^2 p_j \right) - \left(\sum_{j=0}^k d_j p_j \right)^2 \right] \quad (2.6)
\end{aligned}$$

dan penaksir varian dari $\sigma^2(\hat{\delta})$ adalah

$$S^2(\hat{\delta}) = \frac{1}{n} \left[\left(\sum_{j=0}^k d_j^2 \hat{p}_j \right) - \left(\sum_{j=0}^k d_j \hat{p}_j \right)^2 \right] \quad (2.7)$$

Vektor \hat{p} memiliki distribusi (k+1) normal multivariat, sehingga estimasi $\hat{\delta}$ memiliki distribusi normal. Berdasarkan Gold (1963) maka dapat diperoleh selang kepercayaan (1- α) untuk statistik sampel cacat keseluruhan sebagai berikut.

$$\delta = \sum_{j=0}^k d_j p_j \in \left\{ \sum_{j=0}^k d_j \hat{p}_j \pm \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{j=0}^k d_j^2 \hat{p}_j \right) - \left(\sum_{j=0}^k d_j \hat{p}_j \right)^2 \right]} \right\} \quad (2.8)$$

dimana $\chi_{k,\alpha}^2$ batas atas dari distribusi *Chisquare* dengan derajat bebas k.

2.7 Batas Kendali Peta p Multivariat

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa produk yang diklasifikasikan dalam masing-masing (k + 1) kategori kualitas cacat merupakan variabel acak multivariat $X = (X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_k)$ memiliki distribusi multinomial dengan parameter n dan vektor probabilitas $p_0 = (p_{00}, p_{10}, \dots, p_{j0}, \dots, p_{k0})$. Umumnya vektor $p_0 = (p_{00}, p_{10}, \dots, p_{j0}, \dots, p_{k0})$ tidak diketahui dan perlu diestimasi menggunakan m sampel awal dari ukuran n berdasarkan proses terkendali. Misalkan $X_i = (X_{i0}, X_{i1}, \dots, X_{ij}, \dots, X_{ik})$, $i = 1, 2, \dots, m$, menjadi

satu m sampel awal dari ukuran n yang diambil dari proses multinomial X dengan parameter (n,p). Sehingga X_i adalah jumlah item dalam sampel ke-i yang diklasifikasikan dalam kategori cacat D_j . Penaksir parameter tak bias dari p_j adalah:

$$\bar{p}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \hat{p}_{ij}, j = 0,1,2,\dots, k \quad (2.9)$$

dimana $\hat{p}_{ij} = \frac{X_{ij}}{n}$ dengan $i=1,2,\dots,m$ dan $j=0,1,2,\dots, k$. Dengan

statistik sampling $\hat{\delta}_i = \sum_{j=0}^k d_j \hat{p}_{ij}$ sehingga diperoleh nilai batas

kendali peta kendali p multivariat sebagai berikut.

$$BKA = \sum_{j=0}^k d_j \bar{p}_j + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{j=0}^k d_j^2 \bar{p}_j \right) - \left(\sum_{j=0}^k d_j \bar{p}_j \right)^2 \right]}$$

$$\text{Garis Tengah} = \sum_{j=0}^k d_j \bar{p}_j \quad (2.10)$$

$$BKB = \sum_{j=0}^k d_j \bar{p}_j - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{j=0}^k d_j^2 \bar{p}_j \right) - \left(\sum_{j=0}^k d_j \bar{p}_j \right)^2 \right]}$$

2.8 Interpretasi Terjadinya Kondisi Tidak Terkendali

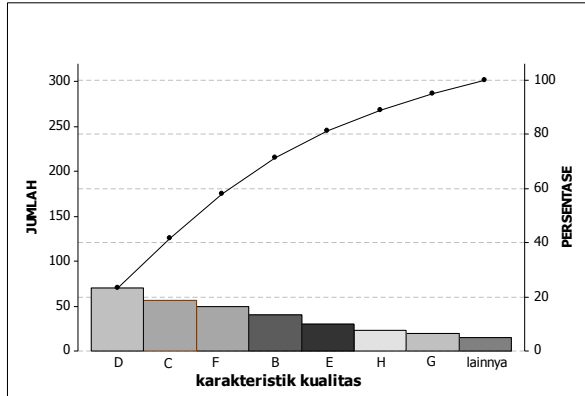
Jika nilai statistik sampling (δ) berada diluar batas kendali atas atau batas kendali bawah, maka proses akan dikatakan diluar kendali dan operator harus menyelidiki penyebabnya. Namun demikian, dalam situasi praktis p_{j0} , $j = 0, 1, 2, \dots, k$ biasanya diestimasi dengan menggunakan sampel awal yang diambil dalam periode dasar kendali. Dalam hal ini, prosedur statistik yang benar berdasarkan statistik sampel sebagai berikut.

$$Z_i = n_0 n_i \sum_{j=0}^k \frac{(\hat{p}_{ij} - \hat{p}_{0j})^2}{X_{ij} + X_{0j}} \quad (2.11)$$

Z_i merupakan indikator kontribusi relatif dari variabel ke- i untuk keseluruhan statistik, n_0 dan n_i merupakan ukuran sampel periode ke-0 dan ke- i . Perbaikan proses difokuskan pada variabel yang memiliki nilai Z_i lebih besar dari $\chi^2_{(k-1),\alpha}$. (Taleb, 2009)

2.9 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan salah satu dari tujuh alat SPC yang digunakan untuk melakukan perbaikan kualitas. Tujuan diagram pareto adalah membuat peringkat masalah-masalah untuk diselesaikan. Diagram pareto berbentuk histogram frekuensi cacat berdasarkan penyebab ketidaksesuaian dan diurutkan mulai dari frekuensi paling besar sampai paling kecil. Pada sumbu horisontal adalah variabel yang bersifat kuantitatif dimana menunjukkan jenis cacat. Sedangkan sumbu vertikal adalah jumlah cacat dan presentase cacat (Montgomery, 2009). Berikut merupakan contoh dari diagram pareto.



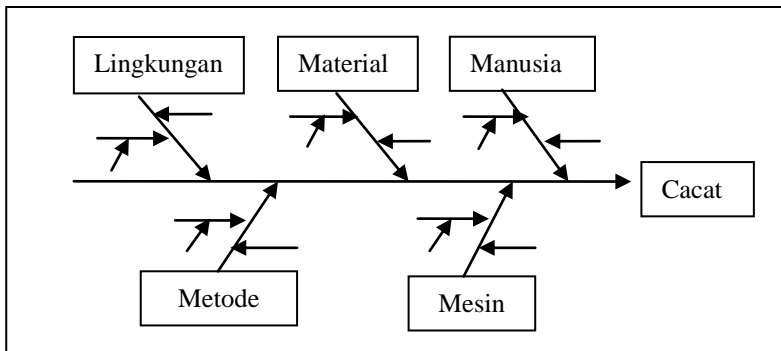
Gambar 2.1 Diagram Pareto

Secara visual diagram pareto dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1. Variabel yang diutamakan dalam perbaikan proses adalah variabel yang paling banyak menyebabkan proses tidak terkendali. Prinsip dalam diagram pareto adalah 80/20, yang

artinya bahwa sekitar 80% terjadinya suatu masalah disebabkan oleh 20% penyebab (Montgomery, 2009).

2.10 Diagram *Ishikawa*

Diagram *Ishikawa* disebut juga diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan. Disebut dengan diagram *ishikawa* karena ditemukan oleh orang Jepang yang bernama Dr. Kaoru Ishikawa. Diagram *ishikawa* digunakan untuk melukiskan dengan jelas berbagai sumber ketidaksesuaian dalam produk, sehingga dapat diartikan bahwa diagram *ishikawa* merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. (Montgomery, 2009)



Gambar 2.2 Diagram *Ishikawa*

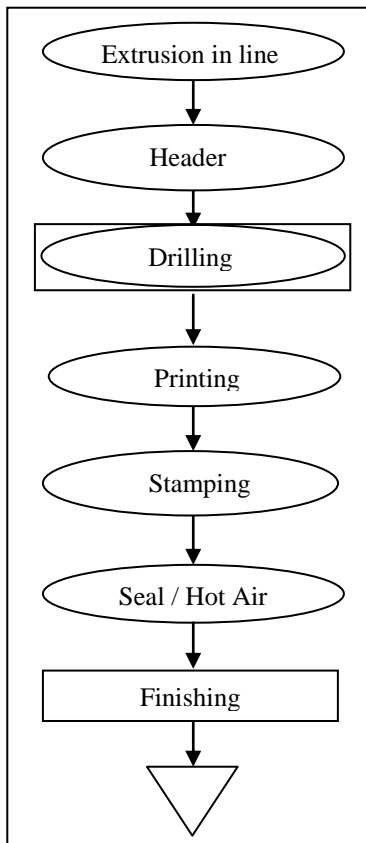
Secara visual diagram *ishikawa* dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.2. Manfaat diagram *ishikawa* adalah agar dapat mengidentifikasi sebab terjadinya masalah dan membantu mengantisipasi timbulnya suatu masalah. Ada beberapa ciri dari diagram *Ishikawa*, yakni sebagai berikut :

1. Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya dan juga merupakan alat untuk menelusuri terjadinya masalah sehingga mengetahui faktor-faktor penyebabnya.
2. Penyebab terjadinya masalah dirumuskan 4M + 1L yaitu Manusia, Material, Metode, Mesin dan Lingkungan.

3. Jika terjadi masalah, cari akar permasalahan, telusuri dengan diagram sebab akibat. Akar permasalahan dapat diketahui jika pertanyaan “mengapa” sudah tidak bisa dijawab.

2.11 Proses Produksi *Plastic Tube 30 mm*

Berikut ini adalah gambaran alur proses produksi secara berurutan di PT. Multiplastjaya Tatamandiri:



Gambar 2.3 Diagram Alur Proses Produksi

Proses produksi *plastic tube 30 mm* di PT. Multiplastjaya Tatamandiri terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. *Extrusion in line*

Dalam proses ini biji plastik utama yaitu PE dan pewarna dimasukkan di dalam alat pencampur (*mixer*), dicampur membentuk bahan gilingan (*afal*). Pewarna ini akan membentuk warna pada pipa plastik. Lalu *afal* dimasukkan dalam mesin ekstruksi yang terdapat 3 bagian, yaitu *extruder*, pendingin air (*water cooler*) dan mesin pemotong (*cutting machine*). Bagian ini akan memotong pipa plastik sesuai dengan panjang *tube* yang dikehendaki yaitu antara 40 -200 mm.

2. *Header*

Proses yang dilakukan dalam mesin ini adalah membuat kepala dan leher *tube*. *Body*/tubuh *tube* hasil dari ekstruksi ditempatkan di silinder pada mesin oleh operator, kemudian bagian kepala dan leher ditekan oleh mesin *header* sehingga terpasang pada *body*.

3. *Drilling*

Mesin ini berfungsi untuk melubang bagian atas kepala *tube*. Mesin *header* menghasilkan bagian atas kepala *tube* masih tertutup, oleh karena itu dilubangi sehingga membentuk diameter dalam (*orifice*) pada kepala *tube*. Pada tahap ini ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan oleh operator *in line*. Hasil dari *extrusion*, *header* dan *drilling* diinspeksi langsung oleh operator. Pemeriksaan secara visual dilakukan untuk melihat apakah ada cacat pada *tube*.

4. *Printing*

Mesin ini berfungsi untuk memberikan tulisan dan gambar atau label sesuai dengan pesanan dari pelanggan. Desain untuk *printing* biasanya telah disiapkan oleh konsumen dalam bentuk *artwork* berupa kertas biasa atau negatif film.

5. *Stamping*

Mesin ini fungsinya adalah untuk memberikan tulisan atau gambar yang berwarna mengkilap yaitu perak atau emas pada *tube* dan *cap* (tutup). Proses ini tidak selalu dilewati, tergantung pesanan dari *customer*.

6. *Seal/Hot Air*

Mesin ini berfungsi untuk menutup bagian belakang *tube*. Setelah dilakukan *sealing*, bagian belakang dipotong oleh mesin supaya lebih rapi. Tidak semua produk melewati proses ini, tergantung pesanan dari *customer*.

7. *Finishing*

Bagian ini tidak membutuhkan mesin karena dikerjakan secara manual dan merupakan inspeksi terakhir sebelum dikemas dan dikirim ke pelanggan. Jika produk tidak melewati mesin *seal* maka operator akan menutup *tube* dengan tutupnya.

2.12 Pemeriksaan Hasil Proses Produksi

Setelah produk jadi telah dibuat, maka produk tersebut dilakukan pemeriksaan (*Quality Check*) guna mendapatkan produk dengan kualitas baik. Proses Inspeksi dilakukan 100% (pemeriksaan keseluruhan) yang dilakukan oleh manusia atau secara visual yakni menginspeksi keseluruhan produk dengan memeriksa *appearance* (penampilan / tampak). Selain itu, Pada tahap ini dari bagian *finishing* diambil sampel beberapa unit untuk dites apakah ada kebocoran atau tidak. Caranya yaitu kompresor dengan tekanan angin dalam skala tertentu. Jika dari sampel tersebut ditemukan 5 produk cacat, maka semuanya langsung dicek (pemeriksaan 100%), hal ini sesuai dengan kebijakan kualitas dari perusahaan. Hasil dari proses produksi yang cacat, jika belum melewati proses *printing* (masih polos) maka dapat didaur ulang, tetapi jika *tube* yang cacat tersebut sudah melewati proses *printing* (berlabel) maka akan digiling untuk dijadikan plastik afalan atau plastik dengan kualitas dua dan dijual.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang dijadikan karakteristik kualitas *tube* 30 mm pada tahapan *drilling* memiliki 7 karakteristik kualitas berupa atribut cacat pada *tube*. Berikut ini adalah ketujuh jenis cacat pada *plastic tube* ukuran 30 mm.

Tabel 3.1 Jenis Cacat pada tahapan *Drilling*

Kelas	Karakteristik Kualitas	Keterangan
Kritis	Ulir Dol (X_1)	Pada Saat Cap/Tutup Diputar Pada Ulir, Cap/Tutup Tersebut Berputar Terus Menerus Tidak Dapat Menutup Rapat
	Shoulder Jebol (X_2)	Shoulder atau Perekatan Antara Kepala Dan Badan Tube Tidak Melekat Sempurna Sehingga Mudah Lepas
Major	Orange Peel (X_3)	Permukaan Body Tube Kasar (Bergelombang) dan Nampak Bergaris
	Orifice Oval (X_4)	Lubang yang Terbentuk di Kepala Tube Berbentuk Oval
	Orifice Tidak Simetris (X_5)	Lubang Pada Bagian Kepala Tube Tidak Tepat di Tengah
Minor	Black Spot (X_6)	Kotoran/Bintik Dalam Tube Lebih Dari Satu atau Besar
	Tube Penyok (X_7)	Tube Tampak Sedikit Tepos

Klasifikasi karakteristik jenis cacat tube dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

1. Cacat Kritis / *Critical Defect*

Suatu cacat pada *tube* yang membahayakan orang lain atau pengguna dan dapat mengakibatkan kegagalan dalam fungsional. Dapat pula mempengaruhi bahan yang akan diisikan ke dalam *tube*.

2. Cacat Major / *Major Defect*

Suatu cacat pada *tube* yang dapat mengakibatkan kegagalan dalam proses pada pelanggan.

3 Cacat Minor / *Minor Defect*

Suatu cacat pada *tube* yang secara nampak atau rupa kurang baik sehingga dapat mempengaruhi penampilan menjadi kurang baik.

Karena setiap kelas cacat memiliki efek yang berbeda maka perlu dilakukan pembobotan. Pembobotan diberikan sesuai dengan kebijakan perusahaan sebagai berikut.

1. Cacat kelas Kritis sebesar 65%
2. Cacat kelas Major sebesar 25%
3. Cacat kelas Minor sebesar 10%

Secara konsep keseluruhan karakteristik diatas saling berhubungan. Ulir pecah/dol dan shoulder jebol berhubungan dengan permukaan *tube* yang terdapat *orange peel*, *black spot*, maupun *tube* penyok. *Tube* yang baik memiliki tingkat kebulatan diameter yang mendekati 100%, tidak terdapat material di dalamnya, serta permukaan *tube* rata. Tingkat kebulatan diameter yang jauh dari target 100% karena adanya kerutan atau *tube* penyok menyebabkan shoulder dan ulir jebol karena pada saat proses perekatan tidak dapat merekat dengan sempurna. Begitu pula antara shoulder dan ulir, apabila shoulder terbentuk sesuai standart dimana tingkat kebulatan mendekati 100% maka pada saat ulir ditekan sehingga terpasang pada shoulder terbentuk sempurna (tidak terjadi pecah atau ulir dol). Ulir dan shoulder yang telah terpasang dengan baik, pada saat ditekan disatukan dengan body *tube* akan merekat dengan kuat dan tidak akan mengalami jebol. Dengan terbentuknya satu kesatuan ulir, shoulder dan body *tube* yang kuat maka akan terbentuk *orifice* (lubang pada ulir) sesuai standar.

Selain itu, pada saat proses pelubangan (*orifice*) dibutuhkan *tube* yang tidak penyok, bengkok, maupun jebol. Sehingga pisau pelubangan akan tepat membentuk lubang yang simetris terhadap ulir dan lubang yang terbentuk sempurna (tidak oval).

Black spot atau bintik hitam juga mempengaruhi *tube*. *Black spot* disebabkan karena pada saat mixer (pencampuran warna) terdapat runner (bahan lain/kotoran) yang masuk ke dalam mesin. *Black spot* lebih dari satu atau tampak besar mempengaruhi tampilan dari *tube*.

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produk *plastic tube* 30 mm hasil produksi PT. Multiplastjaya Tatamandiri. Data yang digunakan adalah data sekunder hasil pemeriksaan pada tahapan *drilling* periode Januari 2015 sampai dengan Februari 2015. Sampel yang diambil pada periode Januari 2015 hingga Februari 2015 dijadikan sebanyak 25 dan 23 subgrup yang setiap subgrupnya terdapat ukuran sampel 350, sehingga jumlah data yang digunakan adalah 48 subgrup. Dalam penelitian ini, peta kendali akan dibagi menjadi 2 tahap, yaitu periode Januari 2015 untuk tahap 1 dan periode Februari 2015 untuk tahap 2. Tahap 1 digunakan untuk mendapatkan pengamatan yang berada dalam batas kendali. Sedangkan tahap 2 digunakan untuk monitoring hasil proses produksi selanjutnya.

PT. Multiplastjaya Tatamandiri dalam melakukan inspeksi produksi *plastic tube* ukuran 30 mm apabila ditemukan 1 jenis cacat sudah dikatakan produk tersebut cacat dan tidak melakukan inspeksi lagi untuk mengetahui cacat yang lainnya. Pengambilan sampel dilakukan pada shift 1 yaitu pukul 07.00-15.00 WIB. Setiap jam diambil sampel sebanyak 50 unit *tube* sehingga dalam satu shift diperoleh 350 unit sampel *tube*. Sampel *tube* tersebut diperiksa untuk melihat apakah ada jenis cacat ulir pecah atau dol, *shoulder* (leher) jebol, *orange peel*, *black spot*, *orifice* (lubang) tidak simetris, *orifice* oval, *tube* penyok.

Adapun struktur data dari penelitian tentang jenis cacat yang terdapat pada produksi *plastic tube* ukuran 30 mm dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Struktur Data Jenis Cacat

Pengamatan (i)	Sampel (n)	Jenis Cacat (j)								Jumlah Cacat (X_i)
		0	1	2	3	4	5	6	7	
1	n_1	$x_{1,0}$	$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	$x_{1,3}$	$x_{1,4}$	$x_{1,5}$	$x_{1,6}$	$x_{1,7}$	X_1
2	n_2	$x_{2,0}$	$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	$x_{2,3}$	$x_{2,4}$	$x_{2,5}$	$x_{2,6}$	$x_{2,7}$	X_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
i	n_i	$x_{i,0}$	$x_{i,1}$	$x_{i,2}$	$x_{i,3}$	$x_{i,4}$	$x_{i,5}$	$x_{i,6}$	$x_{i,7}$	X_i
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
48	n_{48}	$x_{48,0}$	$x_{48,1}$	$x_{48,2}$	$x_{48,3}$	$x_{48,4}$	$x_{48,5}$	$x_{48,6}$	$x_{48,7}$	X_{48}

Keterangan :

n_i = Jumlah sampel pada pengamatan ke- i ,

x_{ij} = Jumlah Jenis cacat ke- j pada pengamatan ke- i ,

x_i = Jumlah cacat pengamatan ke- i .

Jumlah cacat pada Tabel 3.2 diatas dikelompokkan ke dalam kelas cacat sesuai yang tertera sebelumnya pada Tabel 3.1, sehingga diperoleh proporsi cacat untuk masing-masing kelas cacat pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Struktur Data Proporsi Cacat

Pengamatan (i)	Jenis Cacat (j)			
	Tidak Cacat	Cacat Minor	Cacat Mayor	Cacat Kritis
1	\hat{p}_{10}	\hat{p}_{11}	\hat{p}_{12}	\hat{p}_{13}
2	\hat{p}_{20}	\hat{p}_{21}	\hat{p}_{22}	\hat{p}_{23}
3	\hat{p}_{31}	\hat{p}_{31}	\hat{p}_{32}	\hat{p}_{33}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
i	\hat{p}_{i0}	\hat{p}_{i1}	\hat{p}_{i2}	\hat{p}_{i3}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	\hat{p}_{m0}	\hat{p}_{m1}	\hat{p}_{m2}	\hat{p}_{m3}
$\bar{\hat{p}}_j$	\hat{p}_0	$\bar{\hat{p}}_1$	$\bar{\hat{p}}_2$	$\bar{\hat{p}}_3$

Keterangan :

\hat{p}_{ij} = proporsi jenis cacat ke- j pengamatan ke- i

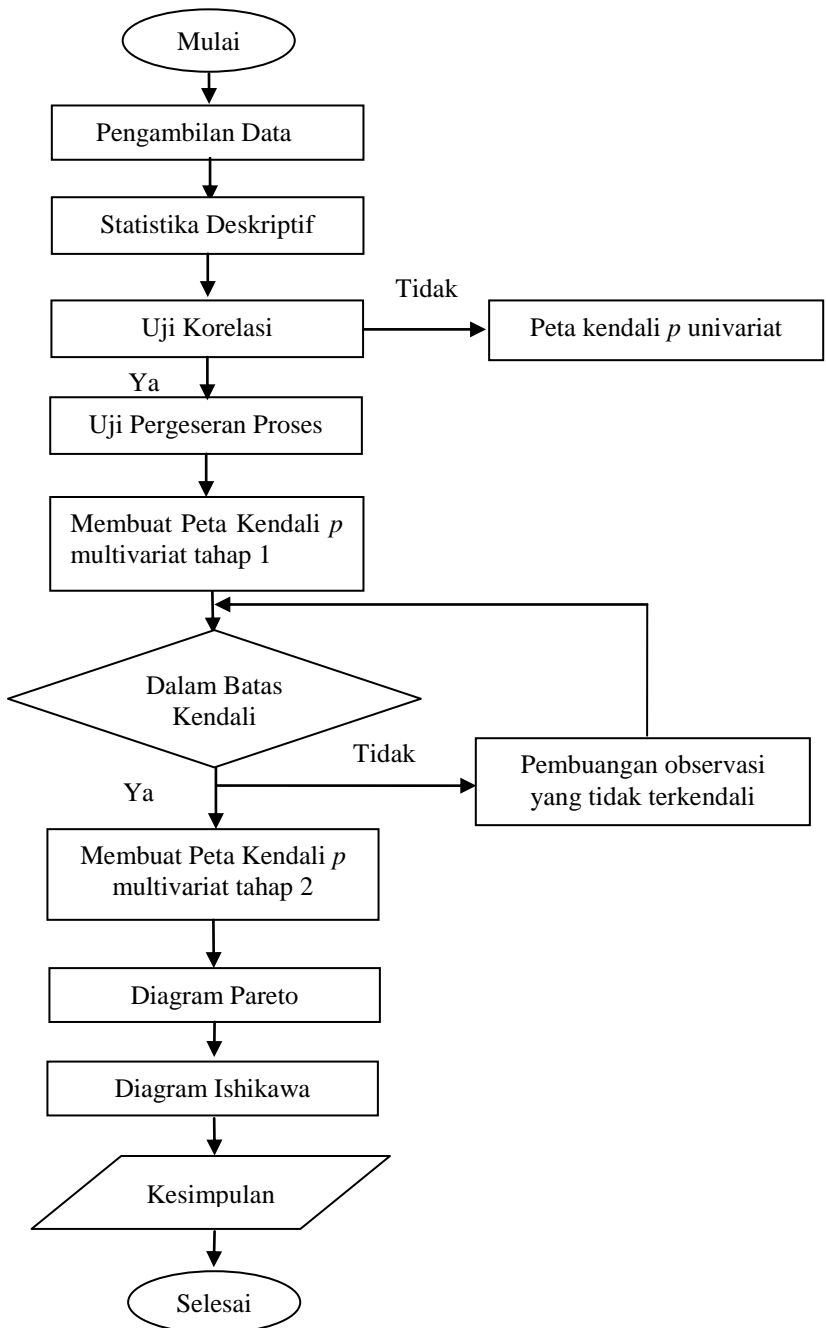
$\bar{\hat{p}}_j$ = rata-rata proporsi jenis cacat ke- j

3.3 Langkah Analisis

Untuk menjawab tujuan dari penelitian ini maka analisis data yang digunakan adalah:

1. Mendeskripsikan data untuk mengetahui deskripsi secara umum dari karakteristik kualitas produk *plastic tube* 30 mm.
2. Melakukan pengujian korelasi antar kelas cacat. Apakah data proses produksi pada produk *plastic tube* 30 mm saling berkorelasi.
3. Melakukan uji pergeseran proses pada tahap 1 dan tahap 2 dengan menggunakan uji proporsi.
4. Membuat peta kendali p multivariat.
 - Melakukan pengujian peta p multivariat pada tahap 1.
 - Jika proses tidak terkendali maka dicari variabel yang menjadi penyebabnya.
 - Setelah variabel penyebab tidak terkendali diketahui, maka dilakukan pembuangan pada observasi yang berada di luar batas kendalinya
 - Melakukan pengujian peta p multivariat pada tahap 2 dengan menggunakan batas kendali yang didapatkan dari proses tahap 1 yang telah terkendali.
5. Membuat diagram pareto dari data jenis cacat untuk mengetahui jenis cacat yang paling banyak terjadi dalam proses pembuatan produk *plastic tube* 30 mm.
6. Menggambarkan diagram sebab-akibat dengan menggunakan *software* untuk mengetahui faktor-faktor adanya jenis cacat yang paling banyak terjadi saat proses produksi *plastic tube* 30 mm.
7. Membuat kesimpulan serta saran dari hasil analisis dan pembahasan.

Diagram alir langkah analisis data dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah data karakteristik kualitas atribut produk jenis *plastic tube* 30 mm pada tahapan *drilling*. Data tersebut terdapat tujuh macam karakteristik kualitas yang saling berhubungan. Ketujuh karakteristik kualitas tersebut adalah jenis cacat ulir pecah atau dol, *shoulder* (leher) jebol, *orange peel*, *orifice* (lubang) tidak simetris, *orifice oval*, *black spot*, *tube* penyok. Karena ketujuh karakteristik kualitas tersebut saling berhubungan, maka analisis yang tepat adalah menggunakan analisis multivariat. Langkah pertama yang dilakukan sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, terlebih dahulu akan dibuat statistika deskriptif data karakteristik kualitas. Statistika deskriptif ini berguna untuk mengetahui statistika dari karakteristik kualitas atribut produk jenis *plastic tube* 30 mm secara univariat.

4.1 Deskripsi Data

Deskripsi data digunakan untuk melihat karakteristik jenis cacat pada proses produksi *plastic tube* 30 mm. Berdasarkan data pengukuran kualitas produk pada Lampiran A dimana menggunakan sampel (n) sebanyak 16800 unit, maka dapat disajikan deskripsi data pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Deskripsi Data Karakteristik Kualitas Atribut
Produk *Plastic Tube* Ukuran 30 mm

Kelas Cacat	Jenis Cacat	Jumlah Cacat
Kritis	Ulir Dol (X_1)	94
	Shoulder Jebol (X_2)	88
Mayor	Orange Peel (X_3)	259
	Orifice Oval (X_4)	472
	Orifice Tidak Simetris (X_5)	293
Minor	Black Spot (X_6)	277
	Tube Penyok (X_7)	457

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa jumlah cacat yang paling banyak berasal dari kelas cacat mayor yaitu jenis cacat *orifice* oval sebanyak 472 unit dan kelas cacat minor yaitu *tube* penyok sebanyak 457 unit. Hal ini berarti bahwa sering terdapat cacat *orifice* oval dan *tube* penyok dalam proses tahapan *drilling*. Sedangkan, jumlah cacat yang paling sedikit berasal dari kelas cacat kritis dengan cacat *shoulder* jebol sebanyak 88 unit. Tidak jauh berbeda dengan *shoulder* jebol, jenis cacat ulir dol juga termasuk jenis cacat paling sedikit dibanding jenis cacat yang lain yaitu sebanyak 94 unit.

4.2 Korelasi Antar Variabel

Untuk mengetahui hubungan linier antara dua variabel atau lebih, maka digunakan hipotesis dimana H_0 artinya tidak ada korelasi antara kelas cacat dan H_1 artinya ada korelasi antara kelas cacat. Apabila ditetapkan tingkat signifikan 5%, maka H_0 ditolak jika $|t| > t_{\alpha/2, n-2}$ atau $p\text{-value} < \alpha$

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab yang dapat dilihat pada Lampiran D dapat diketahui bahwa terdapat tiga nilai $p\text{-value}$ yang lebih kecil dari α yaitu antara kelas cacat mayor dan kelas cacat kritis sebesar 0,001, antara kelas cacat kritis dan kelas cacat minor sebesar 0,000, antara kelas cacat minor dan kelas cacat mayor sebesar 0,041. Seluruh nilai $p\text{-value}$ kurang dari α , maka H_0 ditolak yang berarti bahwa antara kelas cacat data proses produksi *plastic tube* ukuran 30 mm tahapan *drilling* saling berkorelasi.

Setelah data telah memenuhi asumsi saling berkorelasi, selanjutnya dilakukan analisis pengendalian proses menggunakan peta kendali p multivariat.

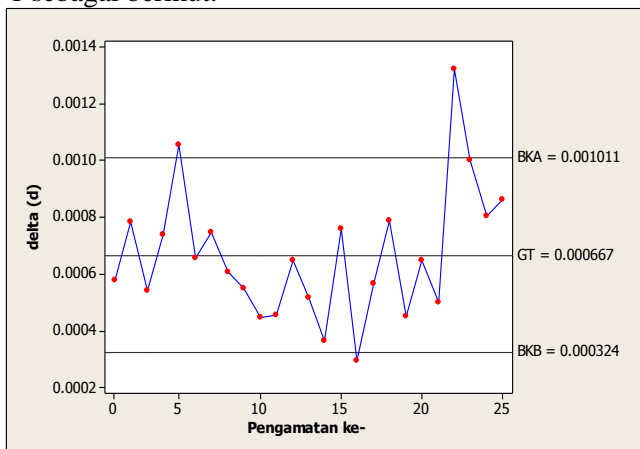
4.3 Peta Kendali p Multivariat

Pada penelitian ini, penerapan diagram p multivariat dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama akan dilakukan pengendalian untuk data tahap 1, sedangkan tahap kedua akan dilakukan pengendalian terhadap data tahap 2. Pengendalian tahap pertama ini bertujuan untuk mengidentifikasi *multivariate outlier* sehingga

nilai batas kontrol dari pengendalian tahap pertama cukup akurat untuk pengendalian tahap kedua. Skema pengendalian tahap pertama terdiri dari penentuan apakah data historis mengindikasikan proses telah terkendali atau tidak. Apabila proses tidak terkendali, maka ditelusuri variabel penyebab terjadinya pengamatan yang tidak terkendali dan pengamatan diluar batas kontrol dihilangkan. Kemudian pada tahap kedua akan dilakukan monitoring kembali untuk pengamatan selanjutnya dengan menggunakan nilai batas kontrol yang diperoleh dari tahap pertama. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses selanjutnya tetap terkendali atau tidak.

4.3.1 Evaluasi Proses Tahap 1

Peta p multivariat pada tahap 1 menggunakan data pada lampiran A1 yakni jenis cacat proses produksi *plastic tube* 30 mm tahapan *drilling* pada bulan Januari 2015. Pada tahap 1 diperoleh pengamatan sebanyak 25 subgrup. Sesuai dengan metode peta p multivariat, terdapat nilai pembobot yang ditentukan berdasarkan klasifikasi kelas cacat, maka setiap variabel dimasukkan kedalam klasifikasi kelas kritis, major dan minor. Untuk memperoleh nilai statistik \mathcal{S} menggunakan perhitungan sesuai dengan persamaan (2.3) yang kemudian dapat diperoleh peta p multivariat pada tahap 1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Peta p multivariat pada tahap 1

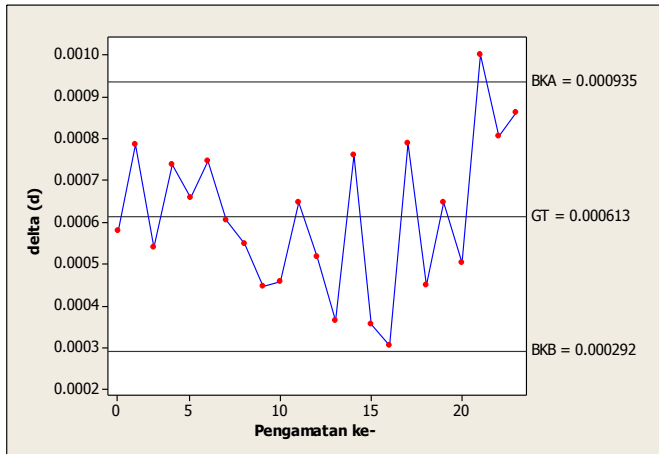
Berdasarkan Gambar 4.1, dapat diketahui bahwa batas kendali atas sebesar 0,001011, garis tengah sebesar 0,000667 dan batas kendali bawah sebesar 0,000324. Dari batas kendali tersebut, terdapat 3 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa data jenis cacat produksi *plastic tube* 30 mm tahap *drilling* pada tahap 1 belum terkendali. Maka dari itu dilakukan identifikasi variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Berikut adalah nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali.

Tabel 4.2 Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali

Pengamatan Ke-	Delta (δ)
5	0.001056
16	0.000293
22	0.001323

Variabel penyebab sinyal tidak terkendali ditunjukkan dalam Tabel 4.2. Dalam penelitian ini, pendekatan yang dilakukan untuk identifikasi sinyal tidak terkendali adalah dengan menggunakan persamaan (2.11). Perhitungan nilai Z_i dilakukan untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali seperti yang terlihat pada tabel 4.2. Perbaikan proses difokuskan pada pada variabel yang memiliki nilai Z_i lebih besar dari $\chi^2_{(k-1),\alpha}$ yaitu 12,592. Hasil perhitungan pada Lampiran E diperoleh kesimpulan bahwa tidak ada variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik pengamatan ke-5, 16 dan 22 dikarenakan nilai $Z_i < \chi^2_{(k-1),\alpha}$ yaitu 12,592.

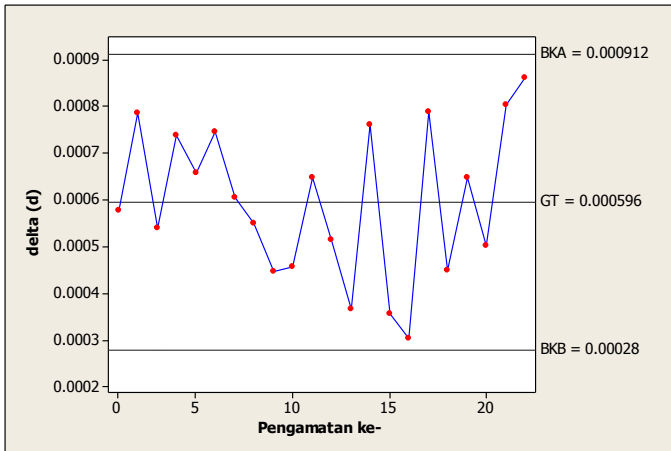
Selanjutnya ketiga pengamatan tersebut dihilangkan atau dieliminasi sampai proses dalam keadaan terkendali. Berikut ini adalah gambar peta p multivariat tahap 1 setelah ketiga pengamatan yang berada diluar batas kendali dihilangkan.



Gambar 4.2 Perbaikan pertama peta p multivariat pada tahap 1

Berdasarkan Gambar 4.2, dapat diketahui bahwa batas kendali atas sebesar 0,000935, garis tengah sebesar 0,000613 dan batas kendali bawah sebesar 0,000292. Dari batas kendali tersebut, terdapat satu titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik pengamatan ke-20. Hal ini menunjukkan bahwa data jenis cacat produksi *plastic tube* 30 mm tahap *drilling* pada tahap 1 belum terkendali secara statistik.

Titik pengamatan ke-20 berada diluar batas kendali dengan nilai \mathcal{S} sebesar 0,001001. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_i untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Hasil perhitungan pada Lampiran E diperoleh kesimpulan bahwa tidak ada variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik pengamatan ke-20 dikarenakan nilai $Z_i < 12,592$. Sehingga, apabila dilakukan kebijakan perbaikan proses diharapkan semua titik-titik pengamatan berada dalam batas kendali. Batas kendali tanpa titik pengamatan ke-20 dapat dijadikan acuan proses yang terkendali, sehingga diperoleh p multivariat tahap 1 setelah satu pengamatan yang berada diluar batas kendali dihilangkan.

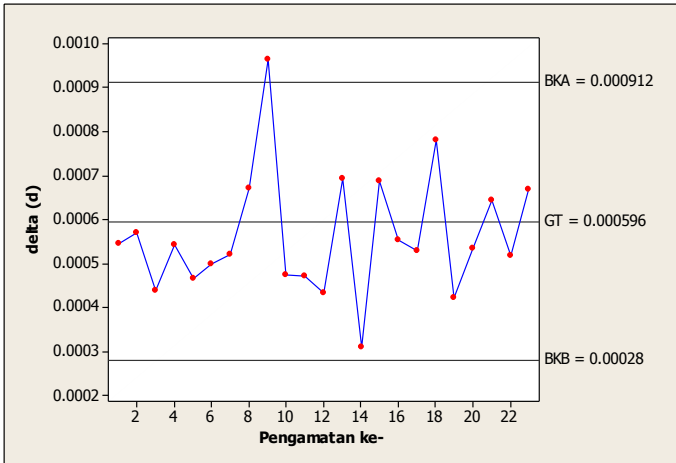


Gambar 4.3 Perbaikan kedua peta p multivariat pada tahap 1

Berdasarkan Gambar 4.3, dapat diketahui bahwa batas kendali atas sebesar 0,000912, garis tengah sebesar 0,00596 dan batas kendali bawah sebesar 0,00028. Pada batas kendali tersebut, titik-titik pengamatan berada diantara batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa pada hasil peta kendali p multivariat tahap 1 data jenis cacat produk *plastic tube* 30 mm tahapan *drilling* sudah terkendali secara statistik. Sehingga penerapan peta p multivariat tahap 2 dapat menggunakan nilai batas kendali peta p multivariat tahap 1 iterasi ke-2 (yang sudah terkendali).

4.3.2 Evaluasi Proses Tahap 2

Peta p multivariat pada tahap 2 menggunakan data pada lampiran A2 yakni jenis cacat produk *plastic tube* 30 mm tahapan *drilling* periode bulan Februari 2015. Pada tahap 2 diperoleh pengamatan sebanyak 23 subgrup. Sesuai dengan metode peta p multivariat, terdapat nilai pembobot yang ditentukan berdasarkan klasifikasi kelas cacat, maka setiap variabel dimasukkan kedalam klasifikasi kelas kritis, major dan minor. Untuk memperoleh nilai statistik \mathcal{S} menggunakan perhitungan sesuai dengan persamaan (2.3) yang kemudian dapat diperoleh peta p multivariat pada tahap 2 seperti pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta p multivariat pada tahap 2

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan batas kendali pada tahap 1 yang telah terkendali, proses produksi *plastic tube* 30 mm tidak mengalami pergeseran proses, baik dilihat dari hasil peta p multivariat maupun pengujian proporsi antar tahap dengan kendali atas sebesar 0,000912, garis tengah sebesar 0,000596 dan batas kendali bawah sebesar 0,00028. Dari batas kendali tersebut, terdapat satu titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik pengamatan ke-9. Hal ini menunjukkan bahwa data jenis cacat produk *plastic tube* 30 mm pada tahap 2 belum terkendali secara statistik dikarenakan operator kelelahan dan kurang teliti. titik pengamatan ke-9 berada diluar batas kendali dengan nilai δ sebesar 0,00097.

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Z_i untuk mengetahui variabel penyebab terjadinya tidak terkendali. Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran E, dengan α sebesar 0,05 diperoleh nilai $\chi^2_{(k-1),\alpha}$ sebesar 12,592 maka tidak ada variabel penyebab terjadinya tidak terkendali pada titik pengamatan ke-9 dikarenakan nilai $Z_i < 12,592$.

4.4 Membandingkan Proporsi Dua Populasi

Analisis sebelumnya yang menyatakan bahwa data saling berkorelasi, maka analisis selanjutnya adalah melakukan uji proporsi. Uji proporsi dua tahap dilakukan karena perusahaan melakukan penggantian komponen/alat pencampur bahan baku (*mixer*) dikarenakan silinder pada *mixer* akan aus seiring meningkatnya produksi. Uji proporsi digunakan untuk melihat ada tidaknya pergeseran proses berdasarkan 2 tahap, yaitu bulan Januari 2015 untuk tahap 1, dan bulan Februari 2015 untuk tahap 2. Jika p_1 adalah proporsi cacat tahap ke-1 dan p_2 adalah proporsi cacat tahap ke-2 berdasarkan data pada Lampiran A1, maka perumusan hipotesis untuk pengujian proporsi adalah sebagai berikut.

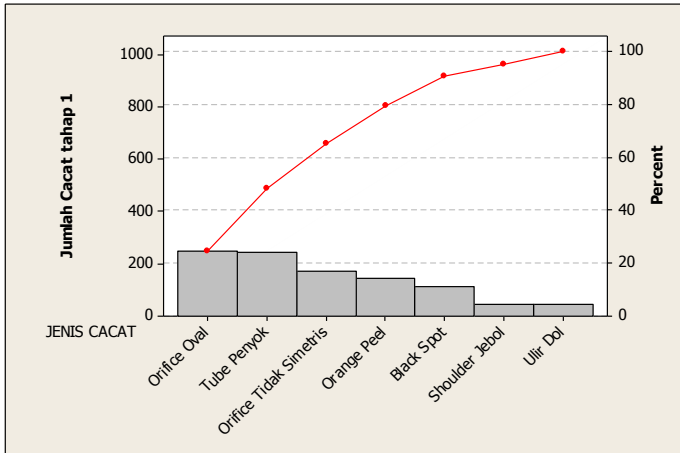
Tabel 4.3 Uji Proporsi 2 Tahap

Hipotesis	\hat{p}	$ Z_0 $	$Z_{\alpha/2}$	Keputusan
$H_0 : p_1 = p_2$ $H_1 : p_1 \neq p_2$	0,0648	1,2687	1,96	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.3, dengan menggunakan nilai α sebesar 5% diperoleh nilai $Z_{\alpha/2}$ sebesar 1,96, dapat diketahui bahwa keputusan untuk tahap 1 dan tahap 2 adalah gagal tolak H_0 dikarenakan $|Z_0| < Z_{\alpha/2}$ yaitu $1,2687 < 1,96$ yang berarti bahwa tidak terjadi pergeseran proses. Jadi, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tahap 1 dan tahap 2 terhadap hasil produksi *plastic tube* 30 mm.

4.5 Diagram Pareto Jenis Cacat Dominan

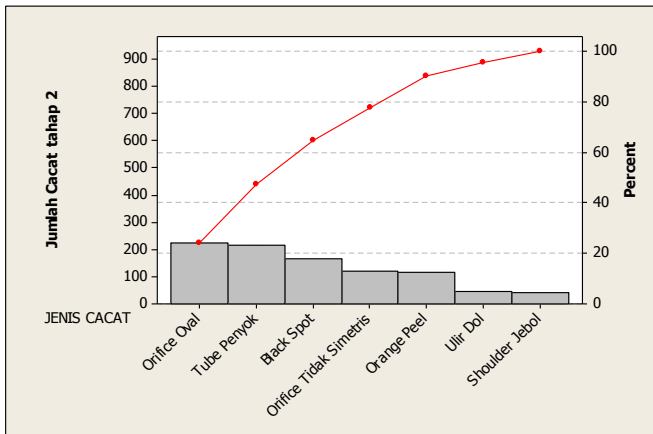
Analisis sebelumnya menyatakan bahwa tidak terdeteksinya variabel penyebab tidak terkendali pada data jenis cacat produk *plastic tube* 30 mm, maka analisis selanjutnya adalah menggambarkan diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat yang paling dominan atau jenis cacat yang paling banyak terjadi pada periode tersebut. Adapun diagram pareto untuk jenis cacat produk *plastic tube* ukuran 30 mm berdasarkan masing-masing tahap adalah sebagai berikut.



Gambar 4.5 Diagram Pareto jenis cacat *plastic tube* 30 mm tahap 1

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa jenis cacat tertinggi pada proses produksi *plastic tube* ukuran 30 mm tahap *drilling* periode 1 adalah jumlah *orifice oval* (lubang mulut oval) dengan nilai persentase sebesar 24,4% atau sebanyak 247 unit, dimana cacat ini termasuk ke dalam kelas cacat mayor.

Hasil diagram pareto untuk periode 2 dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut.



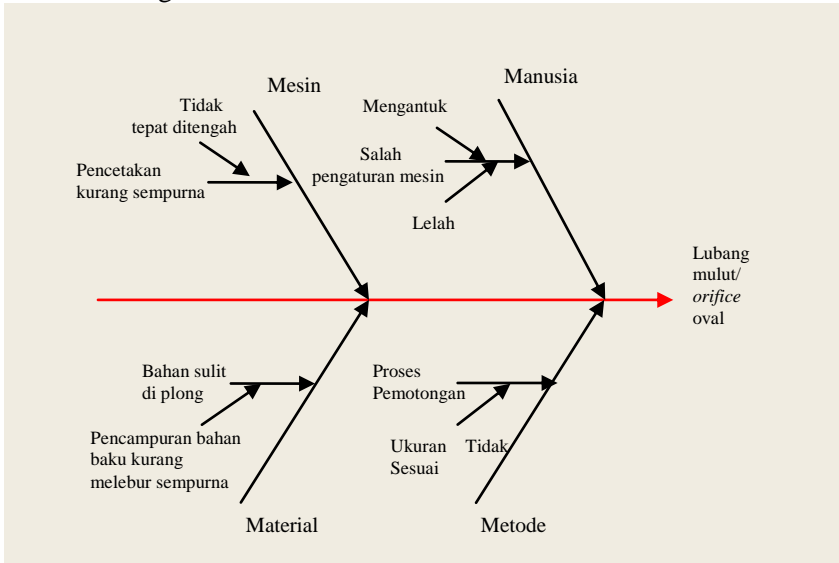
Gambar 4.6 Diagram Pareto jenis cacat *plastic tube* 30 mm tahap 2

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa jenis cacat *orifice oval* (lubang mulut tidak bundar) paling sering terjadi dalam proses produksi *plastic tube* ukuran 30 mm periode 2, dengan persentase sebesar 24,2% atau sebanyak 225 unit.

Hasil diagram pereto jenis cacat tertinggi pada periode 1 sama dengan jenis cacat tertinggi pada periode 2 yaitu cacat *orifice oval*. Selanjutnya menggambarkan diagram sebab-akibat untuk mengetahui faktor-faktor penyebab jenis cacat yang sering terjadi.

4.6 Diagram Sebab-Akibat Faktor Penyebab Cacat Dominan

Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengetahui penyebab cacat dari faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Sehingga nantinya penyebab-penyebab itu dapat diatasi guna meningkatkan kualitas produksi. Adapun diagram sebab-akibat untuk jenis cacat produk *plastic tube* ukuran 30 mm adalah sebagai berikut.



Gambar 4.7 Diagram sebab-akibat pada jenis cacat paling dominan

Berdasarkan Gambar 4.7, dapat diketahui bahwa sumber penyebab dari terjadinya cacat jenis lubang mulut /orifice tidak tepat ditengah bagian atas *plastic tube* (tutup kemasan) memiliki penyebab faktor-faktor dari manusia, mesin, material, dan metode. Faktor manusia disebabkan karena lelah dan mengantuk sehingga terjadi kesalahan dalam pengaturan mesin. Pada mesin terjadi pencetakan kurang sempurna yaitu pengeplongan tidak tepat di tengah bagian atas *plastic tube*. Untuk material disebabkan oleh bahan yang sulit di plong karena campuran bahan yang kurang baik. Ukuran yang tidak sesuai menimbulkan proses pemotongan yang kurang sempurna pada faktor metode.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses produksi *plastic tube* ukuran 30 mm sudah terkendali secara statistik dan tidak mengalami pergeseran proses secara signifikan.
2. Jenis cacat yang paling mendominasi pada kedua tahap adalah jenis cacat *orifice oval* (lubang mulut tidak bundar) dengan masing-masing prosentase sebesar 24,4% untuk tahap 1 dan 24,2% untuk tahap 2. Faktor-faktor penyebab cacat *orifice oval* tersebut diantaranya yaitu kualitas bahan baku yang belum baik, operator kelelahan dan kurang teliti, cara pemotongan belum optimal, dan pengaturan mesin yang belum sesuai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, diperoleh saran alangkah baiknya selanjutnya Perusahaan melakukan evaluasi secara rutin atas hasil yang didapatkan guna mempertahankan kepuasan pelanggan, hal ini bisa dilakukan dengan cara mempertahankan penggantian silinder pada mixer secara berkala. Untuk menghindari meningkatnya jenis cacat tertinggi yaitu *orifice oval*, alangkah baiknya lebih sering dilakukan pembersihan agar pada saat memotong lebih optimal. Penelitian selanjutnya disarankan dapat mengaplikasikan metode statistik yang benar dengan menggunakan jumlah sampel yang sesuai dan menghasilkan informasi lebih banyak lagi dari beragam jenis produk yang ada pada perusahaan.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Cozzucoli, P. C. 2009. Process Monitoring with Multivariate p Control Chart. *Journal of Quality Statistic and Reliability*, Volume 2009.
- Gold, R.Z. 1963. Tests auxiliary to X^2 tests in a Markov chain. *The Annals of Mathematical Statistics* , Vol.34 No.1, pp. 56-74.
- H. Taleb. 2009. Control Chart Applications For Multivariate Attribute Processes. *Computers and Industrial Engineering*, Vol.56 No.1, pp. 399-410.
- Kurniawati, R. T. 2011. Analisis Pengendalian Kualitas Statistik Produk Kemasan Plastik (*Plastic tube*) Ukuran 35 mm di PT. Multiplastjaya Tatamandiri Sidoarjo. Laporan Tugas Akhir Jurusan Statistika ITS : Surabaya.
- Montgomery, Douglas C. 2009. *Intruduction to Statistical Quality Control Fifth Edition*. John Wiley & Sons, inc. New York
- Riarso, I. R. 2012 Pengendalian Kualitas Proses Produksi Tube Plastik di PT. Multiplastjaya Tatamandiri Sidoarjo Menggunakan Peta Kendali p Multivariat. Laporan Tugas Akhir Jurusan Statistika ITS : Surabaya.
- Walpole, Ronald E. 1998. *Pengantar Metode Statistika*. PT. Gramedia, Jakarta.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN

**Lampiran A : Data Jenis Cacat *Tube* Periode 1 Januari 2015
s/d 28 Februari 2015**

Pengamatan	Output	Kelas Cacat						
		Kritis		Mayor			Minor	
		Ulir Dol (X1)	Shoulder Jebol (X2)	Orange Peel (X3)	Orifice Oval (X4)	Orifice Tidak Simetris (X5)	Black Spot (X6)	Tube Penyok (X7)
1	14176	0	1	3	10	6	17	11
2	14200	1	3	5	12	8	13	10
3	18146	2	2	5	6	7	18	9
4	17730	1	2	9	13	11	15	14
5	12312	5	3	9	8	7	7	11
6	11566	2	1	5	6	6	1	13
7	14882	3	1	9	10	7	8	12
8	12069	1	1	4	6	6	13	7
9	10920	2	1	4	5	4	1	7
10	18934	3	2	6	7	5	1	6
11	18302	4	1	5	6	5	3	8
12	13956	1	3	8	9	6	0	7
13	16480	1	2	4	11	6	0	13
14	16856	0	0	7	9	5	2	7
15	12564	2	3	6	9	7	0	8
16	14500	1	0	0	9	5	1	9
17	13966	1	2	6	11	4	1	6
18	12760	0	3	3	16	7	0	16
19	18772	1	0	5	14	7	0	13
20	16966	3	2	6	10	11	1	9
21	15140	2	0	6	9	7	1	7
22	10848	5	3	6	13	10	2	17
23	12440	0	6	8	13	12	3	13
24	12362	2	3	5	12	5	2	10
25	12892	4	2	9	9	8	1	6
26	18141	1	2	6	12	7	10	7
27	17952	3	2	6	10	6	3	12
28	19688	2	4	3	7	3	5	10

**Lanjutan Lampiran A : Data Jenis Cacat Tube Periode 1 Januari
2015 s/d 28 Februari 2015**

Pengamatan	Output	Kelas Cacat						
		Kritis		Mayor			Minor	
		Ulir Dol (X1)	Shoulder Jebol (X2)	Orange Peel (X3)	Orifice Oval(X4)	Orifice Tidak Simetris (X5)	Black Spot (X6)	Tube Penyok (X7)
29	17232	3	3	5	6	8	2	5
30	17792	2	1	6	11	4	2	9
31	19944	0	4	6	12	7	1	10
32	15676	2	1	4	8	6	6	11
33	17200	4	4	6	9	6	4	7
34	11856	4	0	9	11	7	10	11
35	16312	1	1	5	8	4	12	10
36	17524	1	2	7	8	5	8	5
37	17854	0	0	3	15	3	17	8
38	11915	1	2	4	10	6	6	7
39	18014	0	0	2	8	4	12	9
40	17176	3	4	5	14	6	1	9
41	15486	2	2	5	6	8	2	10
42	15212	1	1	5	12	6	3	7
43	18104	5	6	9	7	6	6	9
44	17468	2	1	3	7	2	15	9
45	17160	1	1	4	14	3	11	15
46	16100	3	0	5	15	6	7	12
47	14182	4	0	3	7	5	2	8
48	13000	2	0	5	8	3	20	14

**Lampiran A1 : Data Jenis Cacat Tube Periode 1 Januari 2015 s/d
31 Januari 2015 (Tahap 1)**

Pengamatan	Output	Cacat Kritis	Cacat Mayor	Cacat Minor	Jumlah Cacat	Proporsi
1	14176	1	19	28	48	0.003386005
2	14200	4	25	23	52	0.003661972
3	18146	4	18	27	49	0.00270032

**Lanjutan Lampiran A1 : Data Jenis Cacat *Tube* Periode
1 Januari 2015 s/d 31 Januari 2015 (Tahap 1)**

Pengamatan	Output	Cacat Kritis	Cacat Mayor	Cacat Minor	Jumlah Cacat	Proporsi
4	17730	3	33	29	65	0.003666103
5	12312	8	24	18	50	0.004061079
6	11566	3	17	14	34	0.002939651
7	14882	4	26	20	50	0.003359763
8	12069	2	16	20	38	0.003148562
9	10920	3	13	8	24	0.002197802
10	18934	5	18	7	30	0.001584451
11	18302	5	16	11	32	0.001748443
12	13956	4	23	7	34	0.002436228
13	16480	3	21	13	37	0.002245146
14	16856	0	21	9	30	0.001779782
15	12564	5	22	8	35	0.002785737
16	14500	1	14	9	24	0.001655172
17	13966	3	21	7	31	0.002219676
18	12760	3	26	16	45	0.003526646
19	18772	1	26	13	40	0.002130833
20	16966	5	27	10	42	0.002475539
21	15140	2	22	8	32	0.002113606
22	10848	8	29	19	56	0.005162242
23	12440	6	33	16	55	0.004421222
24	12362	5	22	12	39	0.003154829
25	12892	6	26	7	39	0.003025132

**Lampiran A2 : Data Jenis Cacat *Tube* Periode 1 Februari 2015
s/d 28 Februari 2015 (Tahap 2)**

Pengamatan	Output	Cacat Kritis	Cacat Mayor	Cacat Minor	Jumlah Cacat	Proporsi
1	18141	3	25	17	45	0.002480569
2	17952	5	22	15	42	0.002339572
3	19688	6	13	15	34	0.00172694
4	17232	6	19	7	32	0.00185701
5	17792	3	21	11	35	0.001967176
6	19944	4	25	11	40	0.002005616
7	15676	3	18	17	38	0.002424088
8	17200	8	21	11	40	0.002325581
9	11856	4	27	21	52	0.004385965
10	16312	2	17	22	41	0.002513487
11	17524	3	20	13	36	0.002054325
12	17854	0	21	25	46	0.002576453
13	11915	3	20	13	36	0.003021402
14	18014	0	14	21	35	0.001942933
15	17176	7	25	10	42	0.002445272
16	15486	4	19	12	35	0.002260106
17	15212	2	23	10	35	0.002300815
18	18104	11	22	15	48	0.002651348
19	17468	3	12	24	39	0.002232654
20	17160	2	21	26	49	0.002855478
21	16100	3	26	19	48	0.002981366
22	14182	4	15	10	29	0.002044846
23	13000	2	16	34	52	0.004

**Lampiran B: Data Proporsi Jenis Cacat *Tube* Periode 1 Januari
2015 s/d 28 Februari 2015**

Pengamatan	Proporsi 0 (p_0)	proporsi 1 (p_1)	Proporsi 2 (p_2)	Proporsi 3 (p_3)
1	0.99827306	0.000761885	0.000660301	0.00030475
2	0.99814299	0.000406221	0.0011026	0.00034819
3	0.998032824	0.000618255	0.001180306	0.00016862
4	0.997994384	0.000551544	0.00125351	0.00020056
5	0.997575912	0.00108446	0.001148252	0.00019138
6	0.997674419	0.000639535	0.00122093	0.00046512
7	0.995614035	0.001771255	0.002277328	0.00033738
8	0.997486513	0.0013487	0.001042178	0.00012261
9	0.997945675	0.00074184	0.001141292	0.00017119
10	0.997423547	0.001400246	0.001176207	0
11	0.996978598	0.001091	0.001679	0.000252
12	0.998057067	0.001166	0.000777	0
13	0.997554728	0.000582	0.001456	0.000408
14	0.997739894	0.000775	0.001227	0.000258
15	0.997699185	0.000657	0.001512	0.000131
16	0.997348652	0.000829	0.001215	0.000608
17	0.997767346	0.001374	0.000687	0.000172
18	0.997144522	0.001515	0.001224	0.000117
19	0.997018634	0.00118	0.001615	0.000186
20	0.997955154	0.000705	0.001058	0.000282
21	0.996	0.002615	0.001231	0.000154
22	0.997519431	0.000937	0.001378	0.000165
23	0.997660428	0.000836	0.001225	0.000279
24	0.996613995	0.001975	0.00134	7.05E-05
25	0.996338028	0.00162	0.001761	0.000282

**Lanjutan Lampiran B: Data Proporsi Jenis Cacat Tube Periode
1 Januari 2015 s/d 28 Februari 2015**

Pengamatan	Proporsi 0 (p_0)	proporsi 1 (p_1)	Proporsi 2 (p_2)	Proporsi 3 (p_3)
26	0.99729968	0.001488	0.000992	0.00022
27	0.996333897	0.001636	0.001861	0.000169
28	0.995938921	0.001462	0.001949	0.00065
29	0.997060349	0.00121	0.00147	0.000259
30	0.996640237	0.001344	0.001747	0.000269
31	0.996851438	0.001657	0.001326	0.000166
32	0.997802198	0.000733	0.00119	0.000275
33	0.998415549	0.00037	0.000951	0.000264
34	0.998251557	0.000601	0.000874	0.000273
35	0.997563772	0.000502	0.001648	0.000287
36	0.997754854	0.000789	0.001274	0.000182
37	0.998220218	0.000534	0.001246	0
38	0.997214263	0.000637	0.001751	0.000398
39	0.998275862	0.00069	0.000966	6.9E-05
40	0.997780324	0.000501	0.001504	0.000215
41	0.996473354	0.001254	0.002038	0.000235
42	0.997869167	0.000693	0.001385	5.33E-05
43	0.997524461	0.000589	0.001591	0.000295
44	0.997886394	0.000528	0.001453	0.000132
45	0.994837758	0.001751	0.002673	0.000737
46	0.995578778	0.001286	0.002653	0.000482
47	0.996845171	0.000971	0.00178	0.000404
48	0.996974868	0.000543	0.002017	0.000465
Rata-rata	0.997311502	0.00102	0.001415	0.000254

Keterangan:

p_0 = proporsi sampel yang tidak cacat

p_1 = proporsi kelas cacat minor

p_2 = proporsi kelas cacat mayor

p_3 = proporsi kelas cacat kritis

Lampiran B1: Data Proporsi Jenis Cacat Tube Periode
1 Januari 2015 s/d 1 Januari 2015

Pengamatan	proporsi 1 (p_1)	Proporsi 2 (p_2)	Proporsi 3 (p_3)
1	0.000761885	0.000660301	0.00030475
2	0.000406221	0.0011026	0.00034819
3	0.000618255	0.001180306	0.00016862
4	0.000551544	0.00125351	0.00020056
5	0.00108446	0.001148252	0.00019138
6	0.000639535	0.00122093	0.00046512
7	0.001771255	0.002277328	0.00033738
8	0.0013487	0.001042178	0.00012261
9	0.00074184	0.001141292	0.00017119
10	0.001400246	0.001176207	0
11	0.001091	0.001679	0.000252
12	0.001166	0.000777	0
13	0.000582	0.001456	0.000408
14	0.000775	0.001227	0.000258
15	0.000657	0.001512	0.000131
16	0.000829	0.001215	0.000608
17	0.001374	0.000687	0.000172
18	0.001515	0.001224	0.000117
19	0.00118	0.001615	0.000186
20	0.000705	0.001058	0.000282
21	0.002615	0.001231	0.000154
22	0.000937	0.001378	0.000165
23	0.000836	0.001225	0.000279
24	0.001975	0.00134	7.05E-05
25	0.00162	0.001761	0.000282

Lampiran B2: Data Proporsi Jenis Cacat *Tube* Periode
1 Februari 2015 s/d 28 Februari 2015

Pengamatan	proporsi 1 (p_1)	Proporsi 2 (p_2)	Proporsi 3 (p_3)
1	0.001488	0.000992	0.00022
2	0.001636	0.001861	0.000169
3	0.001462	0.001949	0.00065
4	0.00121	0.00147	0.000259
5	0.001344	0.001747	0.000269
6	0.001657	0.001326	0.000166
7	0.000733	0.00119	0.000275
8	0.00037	0.000951	0.000264
9	0.000601	0.000874	0.000273
10	0.000502	0.001648	0.000287
11	0.000789	0.001274	0.000182
12	0.000534	0.001246	0
13	0.000637	0.001751	0.000398
14	0.00069	0.000966	6.9E-05
15	0.000501	0.001504	0.000215
16	0.001254	0.002038	0.000235
17	0.000693	0.001385	5.33E-05
18	0.000589	0.001591	0.000295
19	0.000528	0.001453	0.000132
20	0.001751	0.002673	0.000737
21	0.001286	0.002653	0.000482
22	0.000971	0.00178	0.000404
23	0.000543	0.002017	0.000465

**Lampiran C : Statistika deskriptif Jenis Cacat *Tube* Periode
1 Januari 2015 s/d 28 Februari 2015**

Descriptive Statistics: Ulir Dol (X1, Shoulder Jeb, Orange Peel , ...

Variable	Sum
Ulir Dol (X1)	94.000
Shoulder Jebol (X2)	88.000
Orange Peel (X3)	259.000
Orifice Oval (X4)	472.000
Orifice Tidak Simetris (293.000
Black Spot (X6)	277.000
Tube Penyok (X7)	457.000

**Lampiran D : Nilai Korelasi Antar Kelas Cacat *Tube* Periode
1 Januari 2015 s/d 28 Februari 2015**

Correlations: KRITIS, MAYOR, MINOR

	KRITIS	MAYOR
MAYOR	0.276 0.001	
MINOR	-0.246 0.000	0.030 0.041

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Lampiran E: Hasil Perhitungan Identifikasi Variabel Tidak Terkendali

(i) Identifikasi variabel tidak terkendali tahap 1

Pengamatan ke-	$\chi^2_{(6-1);0,05}$	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Variabel Penyebab
5	12.59159	0.053749	0.053749	0.163534	0.277893	0.196698	0.128082	0.282467	Tidak terdeteksi
3	12.59159	0.044116	0.044116	0.134224	0.228088	0.161445	0.105127	0.231842	Tidak terdeteksi
9	12.59159	0.129696	0.129696	0.394607	0.670555	0.474632	0.309062	0.681593	Tidak terdeteksi

(ii) Identifikasi variabel tidak terkendali tahap 1 perbaikan pertama

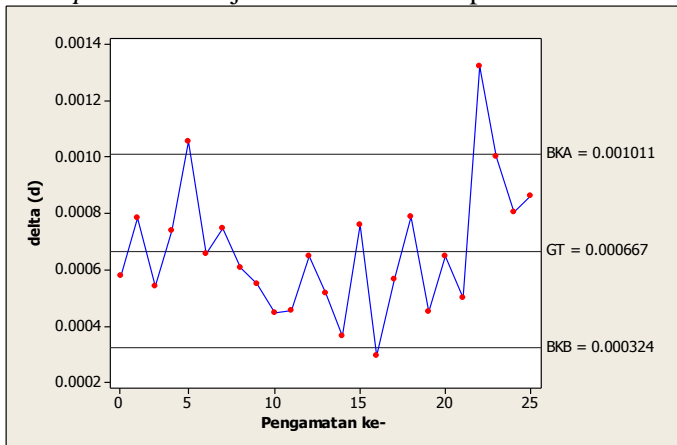
Pengamatan ke-	$\chi^2_{(6-1);0,05}$	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Variabel Penyebab
20	12.59159	0.037935	0.042036	0.131234	0.219407	0.15379	0.104577	0.215306	Tidak terdeteksi

(iii) Identifikasi variabel tidak terkendali tahap 2

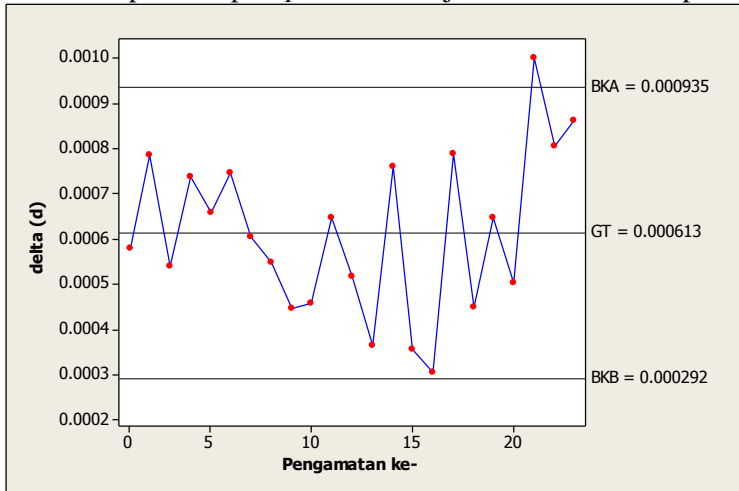
Pengamatan ke-	$\chi^2_{(6-1);0,05}$	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Variabel Penyebab
9	12.59159	0.0927007	0.080262	0.227082	0.44046	0.23687	0.323004	0.418927	Tidak terdeteksi

Lampiran F1 : Peta p Multivariat Jenis Cacat *Tube* Periode 1 Januari 2015 s/d 31 Januari 2015 (Tahap 1)

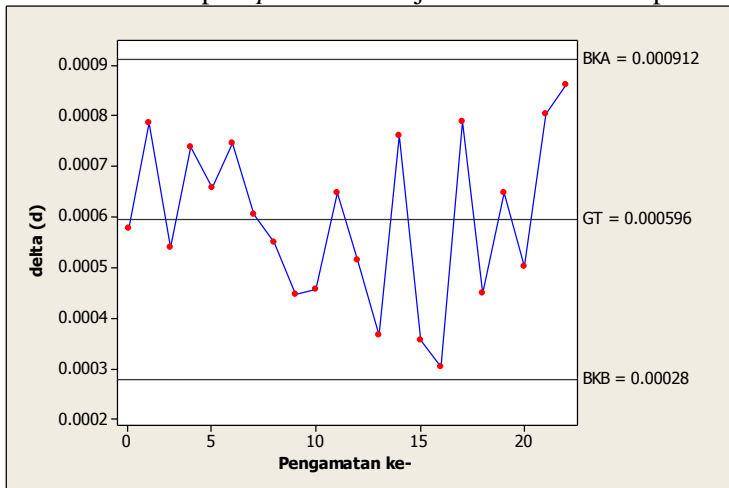
(i) Peta p multivariat jenis cacat *tube* tahap 1



(ii) Perbaikan pertama peta p multivariat jenis cacat *tube* tahap 1

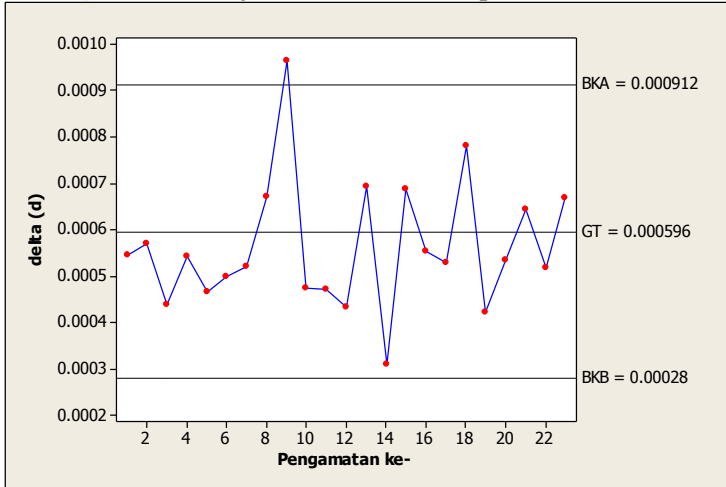


(iii) Perbaikan kedua peta p multivariat jenis cacat *tube* tahap 1



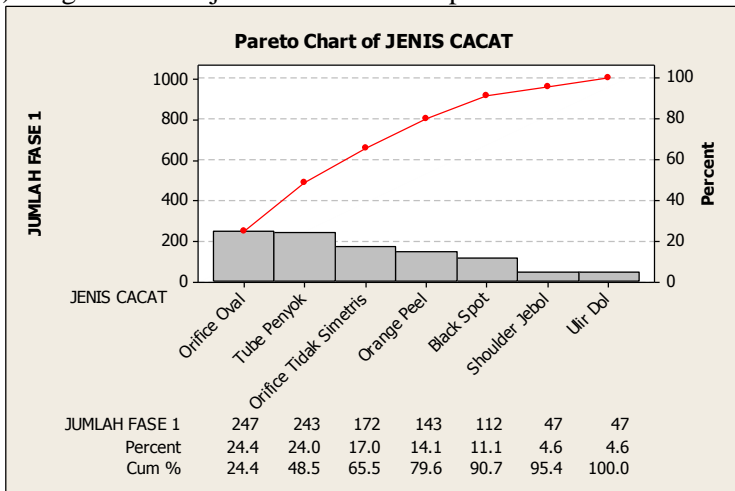
**Lampiran F2 : Peta *p* Multivariat Jenis Cacat *Tube* Periode 1
Februari 2015 s/d 28 Februari 2015 (Tahap 2)**

(i) Peta *p* multivariat jenis cacat *tube* tahap 2

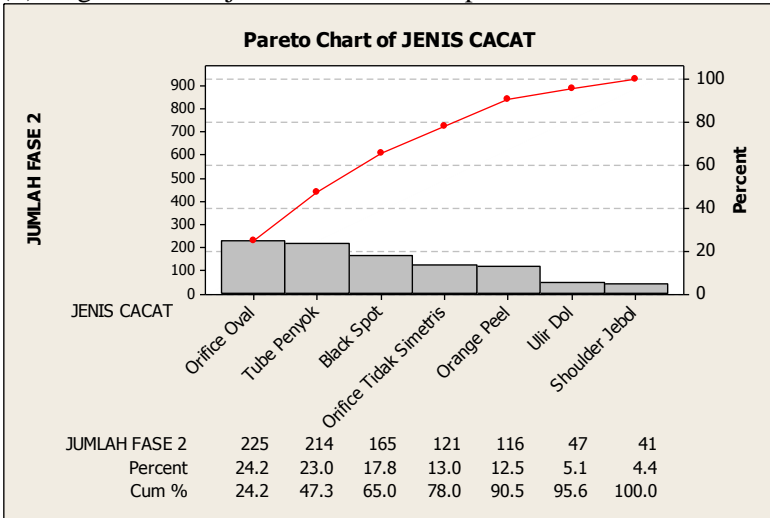


**Lampiran G : Diagram Pareto Jenis Cacat Jenis Periode 1
Januari 2015 s/d 28 Februari 2015**

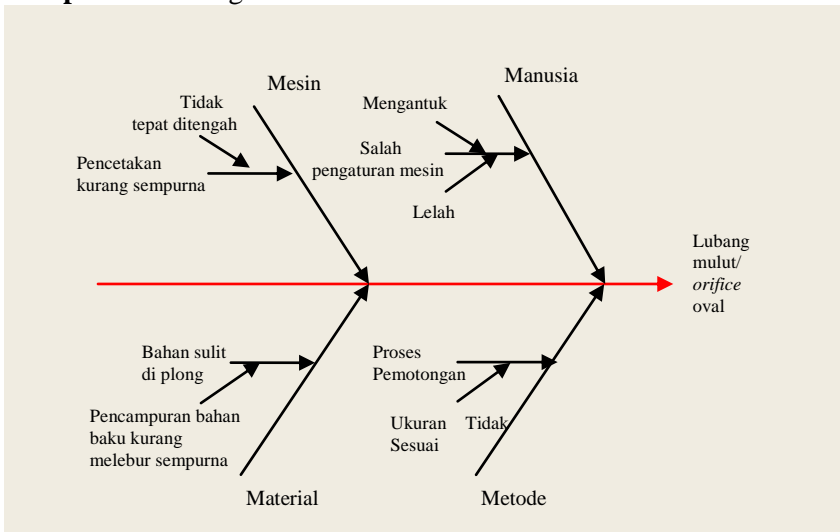
(i) Diagram Pareto jenis cacat *tube* tahap 1



(ii) Digram Pareto jenis cacat *tube* tahap 1



Lampiran H : Diagram Sebab-Akibat Jenis Cacat Dominan



(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis yang lebih dikenal dengan panggilan Utami ini mempunyai nama lengkap Utami Rizky Damayanti. Dilahirkan di Surabaya, pada 06 Februari 1990 yang merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Muslimat Surabaya, SDN Jemurwonosari II/525 Surabaya, SLTP Negeri 13 Surabaya, SMA Negeri 16 Surabaya. Setelah lulus dari SMA Negeri 16 Surabaya pada tahun 2008, penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa baru ITS dan diterima di jurusan Diploma III Statistika ITS dan terdaftar dengan NRP 1308 030 026. Kemudian pada tahun 2013 penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa lintas jalur dan diterima di program Lintas Jalur S1 Statistika ITS dan terdaftar dengan NRP 1313 105 001. Jika terdapat kritik dan saran dapat dikirim melalui email penulis di utami@its.ac.id.