

Pengendalian Kualitas Proses Produksi Tube Plastik Di Pt. X Menggunakan Peta Kendali *P* Multivariat

Imam Rido Riarso, Lucia Aridinanti, dan Muhammad Mashuri

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: lucia_a@statistika.its.ac.id

Abstrak—Pengendalian kualitas proses produksi tube plastik di PT. X pada penelitian sebelumnya Rizka (2011) dilakukan dengan menggunakan peta kendali *p*. Kelemahan dari penelitian Rizka (2011) yaitu tanpa mempertimbangkan jumlah jenis cacat. Penelitian ini mengamati 6 jenis cacat yaitu lubang mulut/orifice tidak tepat, *shoulder* jebol, *orange peel*, *body* bergelombang, potongan mencuat dan *black spot* yang mungkin timbul. Untuk mengatasi kelemahan sebelumnya, maka pada penelitian ini digunakan metode peta kendali *p* multivariat dengan data bulan Desember 2010 digunakan untuk fase I sedangkan data Januari 2011 digunakan untuk fase II. Peta kendali *p* multivariat pada fase I menggambarkan kondisi yang terkendali karena plot pengamatan menyebar secara random, tetapi batas kendali pada fase I tidak layak digunakan pada fase II karena mengalami pergeseran proses yaitu proporsi cacat semakin kecil sehingga dibuat peta kendali yang baru untuk fase II. Jenis cacat yang memiliki frekuensi terjadi lebih tinggi daripada jenis cacat yang lainnya adalah potongan mencuat dan *black spot* akibat dari pegawai yang lelah dan mengantuk sehingga terjadi kesalahan pengaturan pada mesin.

Kata Kunci— 6 Jenis Cacat, Peta Kendali *p* Multivariat dan Tube Plastik.

I. PENDAHULUAN

Kualitas produk menjadi salah satu aspek yang penting di dunia industri. Sehingga banyak perusahaan berlomba-lomba untuk menjadi pemenang di dalam persaingan dengan memberikan pelayanan terbaik kepada konsumen dan memberikan jaminan kualitas menjadi kunci kemenangan suatu produk. Kualitas produk merupakan faktor utama yang tidak bisa ditawar lagi oleh perusahaan, sehingga dapat memenuhi suatu kebutuhan atau produksi terhadap batas-batas spesifikasi serta menjadi pertimbangan mutlak bagi konsumen untuk memilih barang dan jasa yang mereka kehendaki karena kualitas menjadi salah satu faktor penentu dalam menjaga loyalitas konsumen.

PT. X adalah perusahaan swasta yang bergerak dibidang pembuatan tube plastik untuk kosmetik. Tube plastik yang berkualitas adalah tube plastik yang memiliki tingkat cacat yang kecil sehingga proses harus bisa dimonitoring dengan seksama. Dalam penelitian ini, dikhususkan pada produk tube plastik ukuran 35 mm karena produk tersebut banyak dan rutin diproduksi oleh PT. X, sehingga diharapkan dapat mewakili pengendalian kualitas produk tube plastik dengan ukuran berbeda.

Tabel 1.

Jenis cacat pada proses *drilling*

No	Jenis Cacat	Keterangan
1.	Lubang mulut/orifice tidak tepat (C_1)	Jumlah dari lubang mulut yang tidak tepat pada bagian atas tube
2.	<i>Shoulder</i> jebol (C_2)	Jumlah <i>shoulder</i> yang jebol dari proses pemasangan kepala tube dengan <i>body</i> tube
3.	<i>Orange peel</i> (kulit jeruk) (C_3)	Jumlah <i>orange peel</i> pada permukaan plastik yang terlihat kasar (kulit jeruk)
4.	Bodi bergelombang (C_4)	Jumlah bodi bergelombang pada permukaan plastik sama seperti <i>orange peel</i>
5.	Potongan mencuat / tidak rata (C_5)	Jumlah potongan mencuat di sudut-sudut kemasan plastic akibat pemotongan yang kurang sempurna
6.	<i>Black spot</i> (bintik hitam) (C_6)	Jumlah <i>black spot</i> di permukaan plastic

Salah satu alat yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi kualitas proses melalui produksi secara visual sering digunakan peta kendali atribut untuk kasus multi atribut, dimana ada banyak jenis cacat yang terdapat dalam proses pembuatan.

Analisis pengendalian kualitas pada proses produksi tube plastik ini sebelumnya dilakukan oleh Rizka Tri Kurniawati dengan menggunakan metode peta kendali *p*. Tetapi kelemahan peta *p* adalah tidak memperhatikan jenis cacat lebih dari satu dan ada korelasi antara jenis cacat [1]. Metode yang lebih sesuai untuk kasus jumlah jenis cacat yang bervariasi dengan kasus proses produksi pada perusahaan tube plastik yaitu dengan peta kendali *p* multivariat. Penggunaan peta kendali yang univariat diduga kurang sesuai untuk kasus ini karena kurang sensitif dalam menganalisis data.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis proses produksi pada bulan Desember 2010 dan Januari 2011 produksi tube plastik dengan peta kendali *p* multivariat pada proses *drilling*. Serta mengetahui jenis cacat yang sering terjadi di proses pembuatan tube plastik ukuran 35 mm pada proses *drilling* di PT. X.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah jumlah kecacatan pada tube plastik ukuran 35 mm. Sesuai jenis cacat pada plastik tube dikelompokkan menjadi enam tipe (lihat tabel 1).

Apabila ditemukan 1 jenis cacat sudah dikatakan produk tersebut cacat dan tidak melakukan inspeksi lagi untuk

mengetahui cacat yang lainnya. Jumlah sampel yang digunakan berbeda-beda, hal ini ditentukan oleh manajemen perusahaan dan tergantung pada pemesanan. Pembuatan peta kendali p multivariat di buat dalam 2 fase. Fase pertama pada bulan Desember 2010 dan fase II pada bulan Januari 2011.

Menurut Cozzucoli peta kendali p multivariat adalah peta kendali yang mempunyai distribusi acak multinomial dengan parameter (n,p) dengan n adalah ukuran sampel dan p vektor probabilitas cacat. Peta kendali p multivariat memiliki nilai pembobot sebesar $0 < d_i < 1, d_i < d_{i+1}, d_0 = 0$ dan $d_1 = 1$ dimana nilai pembobotnya ditentukan perbedaan tingkat cacat [2].

Konsep peta kendali p multivariat harus menentukan pembobot secara tepat untuk mengendalikan dan menaksir parameter tingkat kecacatan secara keseluruhan dalam proses. Operator mengasumsikan klasifikasi cacat berdasarkan tingkat cacat keseluruhan sebagai berikut.

$$\delta = \sum_{i=0}^m d_i p_i \tag{1}$$

dimana d_i = vektor pembobot ($0 \leq d_i \leq 1$)
 p_i = proporsi dari ketidaksesuaian item kelas cacat ke- i ($0 \leq p_i \leq 1$)
 δ = tingkat cacat keseluruhan ($0 < \delta < 1$)

Misalkan bahwa $C = (C_0, C_1, \dots, C_m)$ estimator maximum likelihood dari parameter $p = (p_0, p_1, \dots, p_m)$

dimana $\hat{p}_i = \frac{C_i}{n}$, untuk menduga parameter cacat δ digunakan statistik sampling sebagai berikut.

$$\hat{\delta} = \sum_{i=0}^m d_i \hat{p}_i \tag{2}$$

Menurut Montgomery dalam situasi yang mudah, vektor p tidak diketahui dan diperlukan untuk mengestimasi sample k didalam ukuran sampel n dari proses terkendali. Dengan sampel k berukuran n sampel dari proses X multinomial dengan parameter (n,p) sehingga C_i adalah jumlah item dalam sample ke- i yang diklasifikasikan dalam kategori cacat D_j . Penaksir parameter tak bias dari p_j sebagai berikut [3].

$$\bar{\hat{p}}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \hat{p}_{ij}, i = 0, 1, 2, \dots, m \tag{3}$$

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

statistik sampling $\hat{\delta}_i = \sum_{i=0}^m d_i \hat{p}_{ij}$ sehingga nilai batas kendali peta kendali p multivariate sebagai berikut.

$$\begin{aligned} BKA &= \sum_{i=0}^m d_i \bar{\hat{p}}_i + \sqrt{\chi_{m,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^m d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^m d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \\ \text{Garis Tengah} &= \sum_{i=0}^m d_i \bar{\hat{p}}_i \\ BKB &= \sum_{i=0}^m d_i \bar{\hat{p}}_i - \sqrt{\chi_{m,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^m d_i^2 \bar{\hat{p}}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^m d_i \bar{\hat{p}}_i \right)^2 \right]} \end{aligned} \tag{4}$$

Tabel 2.
 Hasil Statistika Deskriptif Proses Produksi Tube Plastik Pada Bulan Desember 2010

Jenis Cacat	Jumlah cacat	Rata-rata cacat	Varians	Min	Max
Lubang mulut	75	2.7778	3.87179	0	7
Shoulder jebol	76	2.8148	4.23362	0	8
Orange peel	223	8.2593	12.1994	3	16
Bodi bergelombang	262	9.7037	16.3704	3	19
Potongan mencuat	363	13.444	16.4872	8	23
Black spot	381	14.111	19.0256	6	25

Tabel 3.
 Hasil Statistika Deskriptif Proses Produksi Tube Plastik Pada Bulan Januari 2011

Jenis Cacat	Jumlah cacat	Rata-rata cacat	Varians	min	Max
Lubang mulut	62	2.6957	4.58498	0	8
Shoulder jebol	57	2.4783	5.44269	0	9
Orange peel	175	7.6087	11.1581	0	14
Bodi bergelombang	181	7.8696	4.93676	4	12
Potongan mencuat	332	14.435	21.8933	8	24
Black spot	308	13.391	13.7036	8	23

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

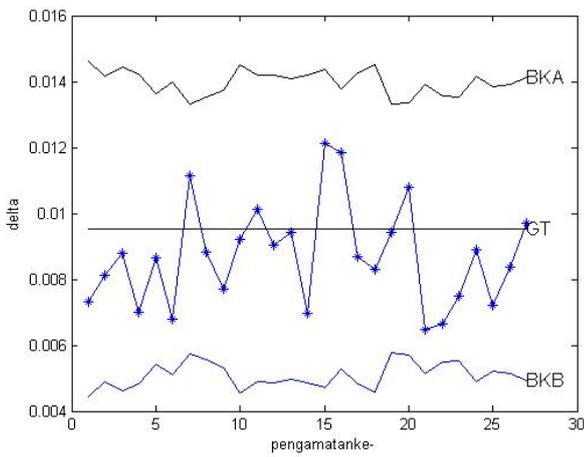
Untuk melihat karakteristik dapat dilakukan dengan menggunakan statistika deskriptif untuk mencari rata-rata, varians, nilai minimum dan nilai maksimum dari data proses produksi tube plastik pada fase I dengan jumlah pengamatan sebanyak 27 di PT. Multiplast Jaya Tatamandiri Sidoarjo. Hasil statistika deskriptif untuk bulan Desember 2010 dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut.

Pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa dimana jenis cacat yang memiliki varians tertinggi adalah jenis cacat *black spot* (C_6) dengan nilai 0,2250847. Hal ini didukung pula dengan jarak antara nilai minimum dengan nilai maksimum yang lebar yaitu sebesar 11 yang berarti bahwa jenis cacat *black spot* (C_6) memiliki nilai yang beragam. Oleh karena itu, jenis cacat *black spot* (C_6) perlu mendapatkan pengawasan lebih ketat pada saat proses produksi di bulan desember 2010 sedang berlangsung.

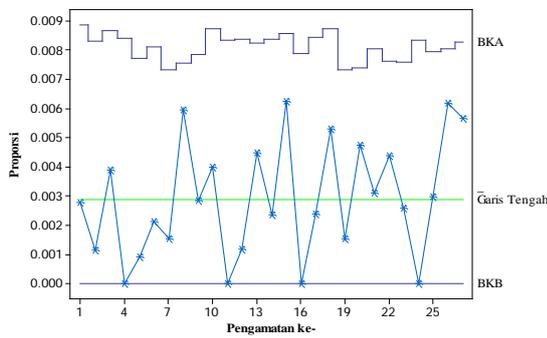
Sedangkan untuk bulan januari 2011 dengan jumlah pengamatan adalah 23 maka hasil statistika deskriptif adalah sebagai berikut.

Pada tabel 3 memperlihatkan bahwa jenis cacat yang sering terjadi adalah potongan mencuat (C_5) dengan ditemukan cacat sebanyak 332 dan varians yang tinggi dimana nilainya sebesar 0,2026136 yang didukung jarak nilai maksimum dengan nilai minimum adalah 16 yang berarti jenis cacat potongan mencuat (C_5) memiliki nilai yang beragam. Maka jenis cacat potongan mencuat (C_5) pada bulan Januari 2011 perlu di evaluasi untuk dapat menekan jumlah cacat yang banyak.

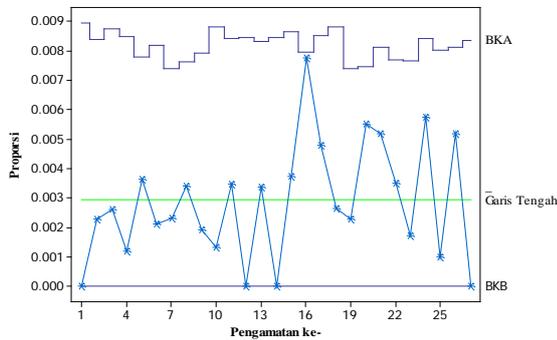
Selanjutnya adalah menghitung batas-batas kendali dengan menggunakan peta kendali p multivariat dan menghitung statistik $\hat{\delta}$ dengan besar bobot di tiap jenis



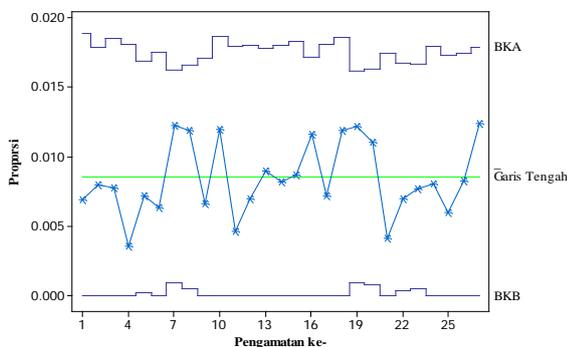
Gambar 1. Peta Kendali p Multivariat Pada Fase I



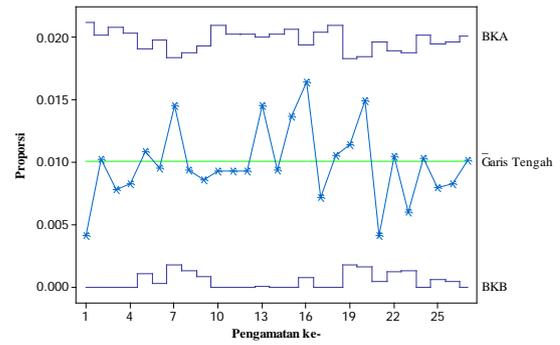
Gambar 2. Peta kendali p univariat jenis cacat lubang mulut pada fase I



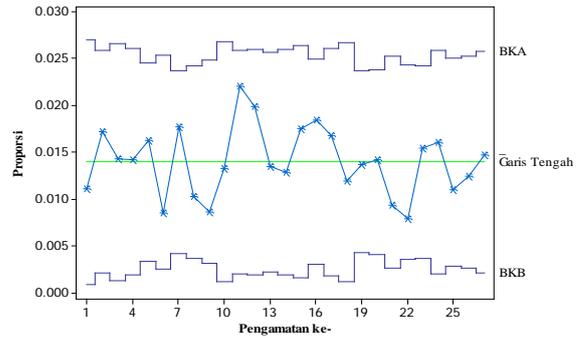
Gambar 3. Peta kendali p univariat jenis cacat *shoulder* jebol pada fase I



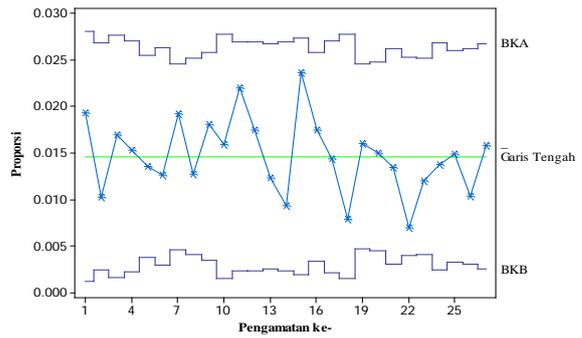
Gambar 4. Peta kendali p univariat jenis cacat *orange peel* pada fase I



Gambar 5. Peta kendali p univariat jenis cacat *body* bergelombang pada fase I



Gambar 6. Peta kendali p univariat jenis cacat potongan mencuat pada fase I



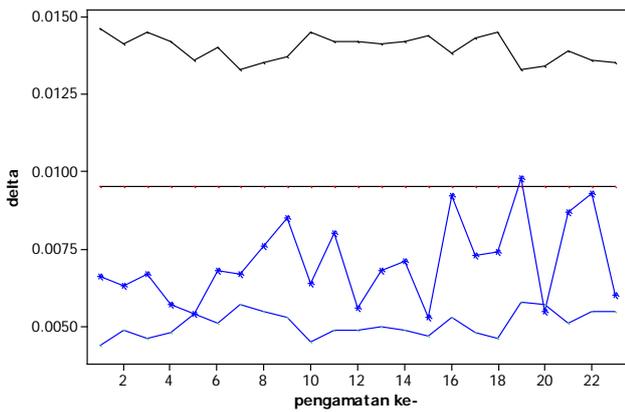
Gambar 7. Peta kendali p univariat jenis cacat *black spot* pada fase I

cacat adalah sama sebesar 0.1675. Batas-batas kendali dan masing-masing nilai $\hat{\delta}$ diplot dalam grafik, sehingga diperoleh peta kendali p multivariat pada fase I seperti yang ditampilkan pada Gambar 1. Hasil peta kendali pada Gambar 1 menunjukkan bahwa proses produksi dapat dikatakan dalam keadaan terkendali karena semua titik-titik nilai statistik $\hat{\delta}$ berada di dalam batas kendali.

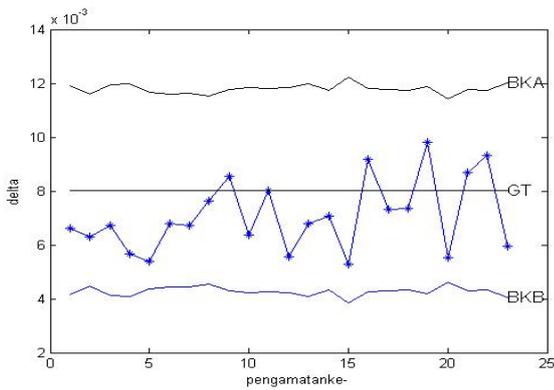
Untuk melihat hasil yang didapatkan pada peta kendali p multivariat fase I dapat mewakili dari setiap jenis cacat, maka dilakukan analisis dengan peta kendali p univariat. Peta kendali p univariat dibuat dengan menghitung batas-batas kendali dan nilai proporsi dari masing-masing jenis cacat. Nilai batas kendali dan proporsi dari masing-masing jenis cacat selanjutnya diplot kedalam bentuk grafik, seperti pada Gambar 2 sampai Gambar 7.

Kondisi jenis cacat dengan hasil dari peta kendali p univariat semakin menguatkan hasil dari peta kendali p multivariat. Dimana hampir semua jenis cacat berada dalam keadaan terkendali.

Batas kendali peta kendali p multivariat pada fase I dalam keadaan terkendali, sehingga dilanjutkan ke tahap



Gambar 8. Peta Kendali p Multivariat Pada Fase II



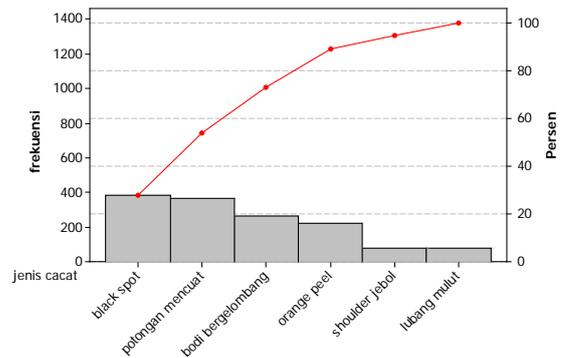
Gambar 9. Peta kendali p multivariat pada bulan Januari 2011

fase II dengan menggunakan batas-batas kendali pada fase I. Hasil peta kendali p multivariat pada fase II ditampilkan pada Gambar 8.

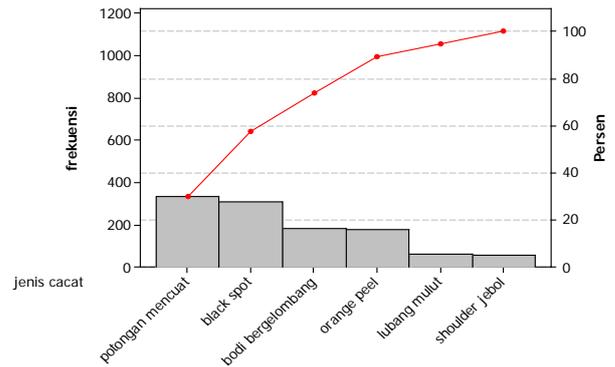
Gambar 8 memperlihatkan bahwa proses produksi mengalami pergeseran proses ke bawah terlihat nilai statistik $\hat{\delta}$ berada di bawah nilai garis tengah yang berarti proses produksi pada bulan Januari 2011 lebih baik daripada proses produksi pada bulan Desember 2010. Karena jumlah dari setiap jenis cacat berkurang sehingga proses pada fase II mengalami pergeseran ke bawah. Maka, batas kendali pada fase I tidak cocok digunakan pada data bulan Januari 2011. Oleh karena itu, dilakukan batas kendali yang baru pada bulan Januari 2011.

Peta kendali p multivariat untuk pengamatan bulan Januari 2011 dengan menggunakan batas kendali baru ditampilkan pada Gambar 9 menunjukkan proses produksi dapat dikatakan dalam keadaan terkendali karena semua nilai statistik $\hat{\delta}$ berada di dalam batas kendali dan menyebar secara random pada bulan Januari 2011.

Dalam melihat jenis cacat mana yang memiliki jenis cacat yang memiliki frekuensi lebih dominan di proses *drilling* pada pembuatan produk tube plastik yang memiliki jenis cacat sebanyak 6 dengan berdasarkan bulan Desember 2010 dan Januari 2011 dapat menggunakan dengan diagram pareto. Dengan menggunakan *software*, hasil pada bulan Desember 2010 adalah sebagai berikut.



Gambar 10. Diagram Pareto untuk Jenis Cacat Bulan Desember 2010



Gambar 11. Diagram Pareto untuk Jenis Cacat Bulan Januari 2011

Gambar 10 terdapat jenis cacat yang memiliki frekuensi cacat tertinggi adalah jenis cacat black spot (C_6) dengan persentasenya 27,6% yang dengan 381 biji yang disebabkan proses percetakan tube plastik tidak sempurna sehingga menimbulkan bintik hitam. Selanjutnya frekuensi jenis cacat yang sering muncul adalah Potongan mencuat/tidak rata (C_5) persentasenya sebesar 26,3% disebabkan proses pemotongan yang tidak tepat sehingga terjadi potongan mencuat/tidak rata. Untuk frekuensi jenis cacat terkecil yaitu lubang mulut tidak tepat (C_1) sebesar 5,4% atau sebanyak 75 biji.

Hasil diagram pareto untuk bulan Januari 2011 adalah sebagai berikut.

Gambar 11 menunjukkan bahwa pada bulan Januari 2011 cacat paling banyak yaitu jenis cacat potongan mencuat/tidak rata (C_5) persentasenya sebesar 29,8% disebabkan proses pemotongan yang tidak tepat sehingga terjadi potongan mencuat/tidak rata. Sedangkan untuk jenis cacat terkecil yaitu *shoulder jebol* (C_2) sebesar 4,5% atau sebanyak 57 biji akibat dari proses pemasangan pada *shoulder* tidak sempurna.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dari penelitian Tugas Akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Proses produksi tube plastik pada fase I, yaitu proses pada bulan Desember 2010 berdasarkan peta kendali p multivariat sudah terkendali, namun tidak cocok

digunakan untuk bulan Januari 2011 karena telah terjadi pergeseran proses.

2. Terdapat variabel yang memiliki frekuensi cacat yang tinggi dibandingkan variabel yang lain yaitu *black spot* (C_6) dan potongan mencuat / tidak rata (C_5) akibat dari pegawai yang kelelahan dan mengantuk sehingga terjadi kesalahan dalam pengaturan mesin

B. Saran

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan yaitu untuk perusahaan dan untuk kelanjutan penelitian mendatang.

1. Untuk pihak perusahaan PT. X, masih perlu melakukan perbaikan pada variabel yang memiliki frekuensi tinggi akibat dari faktor manusia dan kinerja mesin.
2. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengujian pergeseran proses dengan metode yang sesuai untuk permasalahan ini supaya dapat terfokus pada pemecahan permasalahan pada perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. T. Kurniawati, "Analisis Pengendalian Kualitas Statistik Produk Kemasan Plastik (Plastic Tube) Ukuran 35 mm di PT. Multiplastjaya Tatamandiri Sidoarjo". Surabaya: ITS (2011).
- [2] P. C. Cozzucoli, "Process Monitoring with Multivariate p Control Chart". *Journal of Quality Statistic and Reliability*, Volume 2009. (2009, June)
- [3] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control, 5th edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc. (2005).