

## Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Diagram Kontrol Multivariat $p$ (Studi Kasus: Produksi Surat Kabar Kaltim Post)

### *Product Quality Control Using Multivariate $p$ Chart (Case Study: Production of Newspaper's Kaltim Post)*

Bayu Iswahyudi Noor<sup>1</sup>, Ika Purnamasari<sup>2</sup>, Fidia Deny Tisna Amijaya<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Laboratorium Matematika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

<sup>1</sup>E – mail: [bayuiswahyudinooor@gmail.com](mailto:bayuiswahyudinooor@gmail.com)

#### **Abstract**

Every company competes with other companies in similar industries. One way to win the competition or at least stay in the competition is to give full attention to the quality of the products, so it can outperform the products produced by a competitors company. Quality control is done at the stage of production process, in order to get the standard or quality as expected. Multivariate  $p$  chart is one of the methods used for quality control which is the development of the control chart  $p$ . This research is conducted in the newspaper company Kaltim Post, with the characteristics quality of color blur, not symmetrical and dirty. The research is conducted in two phases; phase I is conducted for the period of July 2017 and phase II is conducted for the period of August 2017. The purpose of this research is to know the result of the controlling production of Kaltim Post newspaper by using multivariate  $p$  chart, knowing the types of defects that often occur and the cause of the defects types. The result of controlling production of Kaltim Post newspaper using multivariate diagram  $p$  is controlled in phase I with upper control limit of 0.002736, center line of 0.0024224 and lower control limit of 0.0021087. So the limits in phase I are appropriate for use in phase II. The most common types of defects are colors blur the caused by machine, method, material, human, and environmental factors.

*Keywords:* Multivariate  $p$  chart, newspaper, production, quality.

#### **Pendahuluan**

Setiap perusahaan berkompetisi dengan perusahaan lain di dalam industri yang sejenis. Salah satu cara agar bisa memenangkan kompetisi atau paling tidak bertahan dalam kompetisi tersebut adalah dengan memberikan perhatian penuh terhadap kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan, sehingga dapat mengungguli produk yang dihasilkan oleh pesaing.

Menurut Montgomery (2009), tujuan utama pengendalian kualitas statistik adalah mengurangi keragaman yang sistematis dalam karakteristik utama suatu produk. Penelitian untuk kasus proses produksi yang multi-atribut masih jarang ditemui, sehingga diagram kontrol atribut multivariat masih jarang digunakan. Metode yang digunakan untuk proses produksi surat pada perusahaan surat kabar, yaitu diagram kontrol Multivariat  $p$  (*Mp Chart*) yang merupakan pengembangan dari diagram kontrol  $p$ . Penggunaan diagram kontrol yang univariat kurang sesuai untuk kasus ini karena kurang sensitif dalam menganalisis data (Lu, *et al.* 1998).

Pengendalian kualitas dilakukan pada tahapan proses produksi agar mendapatkan standar atau kualitas sesuai harapan. Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik

penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, serta memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik (Ariani, 2004).

Grafik pengendali atau diagram kontrol adalah alat yang digunakan untuk mengetahui apakah suatu proses telah terkendali atau belum. Tujuan akhir pengendalian proses statistik adalah menyingkirkan variabilitas dalam proses. Walaupun tidak dapat menyingkirkan variabilitas selengkapannya, tetapi diagram kontrol adalah alat yang paling efektif dalam mengurangi variabilitas sebanyak mungkin (Montgomery, 2009).

Diagram kontrol diklasifikasikan menjadi dua macam menurut jenis karakteristik kualitasnya yaitu diagram kontrol variabel dan diagram kontrol sifat (atribut). Diagram kontrol variabel digunakan apabila karakteristik kualitas yang diamati dapat diukur (*measureable*), sedangkan untuk diagram kontrol atribut digunakan apabila karakteristik kualitas yang diamati hanya dikatakan dengan kategori (cacat atau tidak cacat) atau bersifat kualitatif. Diagram kontrol variabel dan atribut dibedakan menjadi dua menurut banyaknya karakteristik kualitas yang digunakan yaitu diagram kontrol univariat

dan diagram kontrol multivariat. Diagram kontrol univariat merupakan diagram kontrol dengan satu karakteristik kualitas sedangkan diagram kontrol multivariat merupakan diagram kontrol dengan lebih dari satu karakteristik kualitas (Montgomery, 2009).

Kaltim Post yang menjadi tempat penelitian penulis merupakan perusahaan yang bergerak di bidang media massa salah satunya surat kabar. Setiap harinya surat kabar yang diproduksi diduga memiliki kegagalan mencetak atau cacat pada proses percetakan. Pada percetakan surat kabar Kaltim Post terdapat beberapa jenis cacat yang menjadi penyebab terjadinya *out of control*. Adapun beberapa jenis cacat yang umum dijumpai pada surat kabar Kaltim Post yaitu warna kabur, tidak simetris, dan kotor.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil pengendalian produksi surat kabar Kaltim Post dengan menggunakan peta kendali multivariat  $p$  dan mengetahui jenis cacat yang sering terjadi serta penyebab terjadinya jenis cacat.

### Statistika Deskriptif

Walpole (1995) menjelaskan bahwa statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan data dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Rata-rata merupakan suatu nilai yang menggambarkan karakteristik pengamatan secara umum. Varians merupakan suatu nilai yang menggambarkan keragaman dari suatu pengamatan, sedangkan range merupakan selisih nilai maksimum dengan nilai minimum.

Statistika deskriptif adalah ilmu statistika yang mempelajari bagaimana merencanakan, mengumpulkan, menganalisis, menyajikan, dan menginterpretasi data sehingga lebih mudah dipahami serta dapat memberikan informasi dengan lebih menarik. Serta cara menggambarkan persoalan berdasarkan data yang dimiliki yakni dengan cara menata data tersebut sedemikian rupa sehingga dengan mudah dapat dipahami tentang karakteristik data, dijelaskan dan berguna untuk keperluan selanjutnya.

### Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu metode yang digunakan untuk menjaga agar kualitas tetap terjaga. Penyelesaian masalah dalam memonitor stabilitas proses dan meningkatkan kemampuan dari faktor penurunan. Dalam pengendalian kualitas ini mempunyai tujuh alat utama yang masing-masing memiliki peranan penting dalam bagian pengendalian kualitas, yaitu:

1. Histogram
2. Check Sheet

3. Diagram Pareto
4. Peta Ishikawa
5. Defect concentration plot
6. Scatter plot
7. Peta kendali

Alat-alat ini juga dinamakan *the magnificent seven*. Peta kendali digunakan untuk mengetahui apakah telah terjadi perubahan proses produksi, mendeteksi penyebab-penyebab yang mempengaruhi proses dan membuat standar suatu proses. Dalam peta kendali ada dua macam yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Untuk menganalisis kasus univariat atribut ada beberapa peta kendali yang dapat digunakan yaitu peta kendali  $p$ ,  $np$ ,  $c$  dan  $u$  (Montgomery, 2009).

### Diagram Kontrol

Diagram kontrol atau grafik pengendali atau dapat disebut juga dengan peta kendali, menurut Montgomery (2009) adalah alat untuk menggambarkan dengan cara yang tepat apa yang dimaksudkan dengan pengendalian statistik, dalam hal ini dapat digunakan dalam berbagai cara.

Banyak juga karakteristik kualitas yang tidak diukur dengan skala kuantitatif. Dalam keadaan ini tiap unit produk dinilai sesuai atau tidak sesuai atas dasar produk itu memiliki atau tidak memiliki sifat tertentu, atau dapat dicacah banyak yang tidak sesuai (cacat) yang tampak pada suatu unit produk. Grafik pengendali untuk karakteristik kualitas semacam itu dinamakan grafik pengendali sifat (atribut), seperti grafik pengendali  $p$ ,  $np$ ,  $c$  dan  $u$  (Montgomery, 2009).

Pengendali proporsi kesalahan (peta kendali  $p$ ) dan banyaknya kesalahan (peta kendali  $np$ ) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang diisyaratkan. Untuk peta kendali proporsi banyak digunakan bila kita memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil, sedangkan untuk peta kendali  $c$  dan  $u$  digunakan untuk pengujian terhadap kualitas proses produksi dengan mengetahui banyaknya kesalahan pada satu unit produk sebagai sampelnya (Ariani, 2004).

### Diagram Pareto

Montgomery (2009) mengatakan bahwa alat untuk melakukan perbaikan kualitas statistik dapat menggunakan diagram Pareto. Bentuk diagram Pareto seperti histogram frekuensi item cacat berdasarkan penyebab item cacat dan diurutkan mulai dari frekuensi paling besar sampai paling kecil. Variabel yang diutamakan dalam perbaikan proses produksi adalah variabel yang paling banyak menyebabkan proses tersebut menjadi tidak terkendali.

**Diagram Ishikawa**

Montgomery (2009) menjelaskan bahwa diagram Ishikawa juga disebut diagram sebab akibat atau *fishbone diagram*. Diagram Ishikawa digunakan untuk menggambarkan dengan jelas dari berbagai sumber ketidaksesuaian dalam produk, sehingga dapat diartikan diagram Ishikawa merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor penyebabnya. Manfaat dari diagram Ishikawa yaitu dapat mengidentifikasi sebab terjadinya masalah dan membantu mengantisipasi timbulnya suatu masalah.

**Peta Kendali *p***

Montgomery (2009) menjelaskan bahwa produk yang tidak sesuai atau cacat dalam suatu proses produksi berhubungan dengan peta kendali *p*. Peta kendali ini berdistribusi binomial. Dengan percobaan Bernoulli dimana *p* adalah probabilitas cacat. Apabila *n* adalah sampel *random* dan *C* adalah banyak produk yang cacat, maka *C* berdistribusi binomial dengan parameter *n* dan *p*, yaitu:

$$p(C = x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \tag{1}$$

dimana  $x = 0, 1, \dots, n$

Cacat dalam sampel ( $\hat{p}$ ) dapat didefinisikan sebagai perbandingan jumlah unit cacat dalam sampel (*C*) dengan jumlah sampel (*n*) dan dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{p} = \frac{C}{n} \tag{2}$$

Mean ( $\mu$ ) dan varians ( $\sigma_p^2$ ) dari  $\bar{p}$  adalah

$$\mu = np \tag{3}$$

dan

$$\sigma_p^2 = np(1-p) \tag{4}$$

Jika proporsi cacat *p* tidak diketahui, maka *p* harus ditaksir dengan mengambil sampel pendahuluan *k* dari jumlah sampel *n*. Apabila *D<sub>i</sub>* unit cacat dalam sampel *i*, maka bagian cacat dalam sampel ke-*i* adalah sebagai berikut.

$$\hat{p}_i = \frac{D_i}{n} \tag{5}$$

dimana  $i=1, 2, \dots, k$

dan rata-rata proporsi cacat ( $\bar{p}$ ) dalam sampel ini adalah

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k D_i}{mn} = \frac{\sum_{i=1}^k \hat{p}_i}{m} \tag{6}$$

Jadi *p* yang tidak diketahui dapat ditaksir dengan  $\bar{p}$ . Maka garis tengah (GT), batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB) pada peta kendali *p* adalah sebagai berikut:

$$BPA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{7}$$

$$GT = \bar{p} \tag{8}$$

$$BPB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \tag{9}$$

**Peta Kendali Atribut Multivariat**

Johnson & Wichern (2002) mengatakan bahwa analisis multivariat adalah metode yang digunakan untuk mengelola data secara serentak dengan banyak variabel. Jika variabel karakteristik kualitas yang diperiksa lebih dari satu dan antar variabel yang satu dengan yang lain ada hubungan maka disebut *multivariate*. Data multivariat diperoleh dari hasil pengukuran lebih dari satu karakteristik pada setiap individu dari anggota sampel. Jika pemeriksaan obyek secara atribut dilakukan pada lebih dari satu karakteristik kualitas disebut multi atribut, peta kendali yang digunakan adalah peta kendali yang digunakan adalah peta kendali atribut multivariat (Mukhopadhyay, 2008).

**Konsep Peta Kendali Multivariat *p***

Diagram kontrol Multivariat *p* merupakan pengembangan dari diagram kontrol *p* untuk univariat atribut. Diagram Multivariat *p* dapat memberikan proses pengendalian yang lebih sensitif daripada pengendalian dengan univariat *p* pada proses produksi yang multi-atribut (Kosalprapai, 2002).

Diagram multivariat dilakukan pada dua tahap, yaitu fase I dan fase II. Pengontrolan pada data fase I dilakukan terlebih dahulu, dengan memilih *m* pengamatan pendahuluan secara umum sebesar 20 atau 25. Namun apabila pengamatan berkurang, maka batas-batas pengendali lebih tinggi atau lebih lebar. Batas pengendali fase I digunakan untuk menentukan apakah proses dalam keadaan terkendali ketika *m* pengamatan pendahuluan tersebut dipilih. Jika semua titik jatuh di dalam batas pengendali dan tidak ada perilaku yang sistematis, maka di waktu yang telah lalu proses itu terkendali, dan batas pengendali itu pantas untuk pengendalian produksi sekarang dan yang akan datang. Apabila terdapat titik yang keluar dari batas pengendali diperlukan pemeriksaan sebab terduga. Jika ditemukan sebab terduga, titik itu dibuang, dan batas pengendali fase I dihitung kembali hanya menggunakan titik-titik sisanya. Selanjutnya titik-titik sisa tersebut diperiksa kembali, sehingga memperoleh batas pengendali yang berasal dari proses terkendali.

Proses terkendali adalah proses dimana seluruh pengamatan berada didalam batas kendali. Pengontrolan fase I bertujuan untuk mengidentifikasi *multivariate outlier*, sehingga nilai batas kendali dari pengontrolan fase I cukup akurat untuk pengontrolan fase II. Selain

itu bertujuan untuk mengevaluasi apakah proses berikutnya tetap terkendali. Pengontrolan pada fase II menggunakan data sekarang atau data baru dari proses produksi, dengan memilih  $m$  pengamatan fase II secara umum sebesar 20 atau 25. Perubahan banyaknya pengamatan menyebabkan perubahan dalam batas-batas pengendali, walaupun garis tengahnya tetap. Apabila pengamatan bertambah banyak atau bertambah besar, maka batas-batas pengendali lebih rendah atau lebih sempit. Sehingga titik-titik yang seharusnya terkendali sekarang menjadi tak terkendali. Namun apabila pengamatan berkurang, maka batas-batas pengendali lebih tinggi atau lebih lebar. Sebagai contoh, misalkan pengendalian proses produksi dengan 100 pengamatan keseluruhan, maka fase I sebesar 50 pengamatan dan fase II sebesar 50 pengamatan. Pada fase II batas pengendali menggunakan batas kendali pada fase I dari proses terkendali secara statistik (Jensen, 2007).

Pada proses yang diamati, contoh diklasifikasikan dalam masing-masing  $(k+1)$  kelas cacat  $k$  dan kelas kualitas cacat saling bebas. Diberikan  $\delta = (d_1, \dots, d_p, \dots, d_k)$ , dimana  $d_i$  adalah tingkat pembobot cacat kelas- $i$ ,  $d_1$  adalah tingkat pembobot cacat kelas-1 dan  $d_k$  adalah tingkat pembobot cacat yang serius. Cacat yang berbeda-beda tersebut membawa kerugian bagi proses kualitas, sesuai dengan vektor  $\delta$ , sehingga vektor pembobot dapat didefinisikan secara numerik dari tingkat cacat suatu produk. Pembobot ditentukan guna mencari penduga parameter dari tingkat cacat keseluruhan  $\delta_j$ . Diagram multivariat  $p$  memiliki nilai pembobot sebesar  $0 \leq d_j \leq 1$ ,  $d_j < d_{j+1}$ ,  $d_0 = 0$  dan  $d_1 = 1$ , dimana nilai pembobot ditentukan oleh besarnya tingkat kepentingan jenis cacat (Cozzucoli, 2009). Pembobotan diberikan sesuai dengan kebijakan perusahaan dimana menggunakan nilai *Acceptance Quality Level* (AQL). Semakin besar nilai AQL maka pembobot semakin kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa AQL dan pembobot berbanding terbalik (Subakti & Permadi, 2012).

Dalam hal ini peubah acak multivariat  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_k)$  memiliki sebaran multinomial dengan parameter  $n$  dan vektor probabilitas  $\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_i, \dots, p_k)$ , dimana  $0 \leq p_i \leq 1$  dan  $\sum_{i=1}^k p_i = 1$ .

Secara khusus  $X_i$  adalah jumlah item dalam contoh yang diklasifikasikan ke dalam kelas cacat  $d_j$  yang menunjukkan tingkat pembobot cacat ke- $i$  dan  $p_i$  adalah proporsi dari ketidaksesuaian item dalam klasifikasi kelas cacat ke- $i$ .

Diasumsikan klasifikasi cacat berdasarkan tingkat cacat keseluruhan sebagai berikut.

$$\delta_i = \sum_{j=1}^m d_j \hat{p}_{ij} \tag{10}$$

dimana:

$d_j$  = vektor pembobot dari kelas cacat ( $0 \leq d_j \leq 1$ )

$p_{ij}$  = proporsi sebuah item kelas cacat ke- $i$  dan pengamatan ke- $j$

$\delta_i$  = tingkat cacat keseluruhan ( $0 \leq \delta_i \leq 1$ )

**Penduga Parameter**

Ketika proporsi cacat tidak diketahui, maka harus diduga dari data pengamatan. Langkah-langkah untuk menduga parameter adalah sebagai berikut:

1. Mengambil sebanyak  $N$  pengamatan dengan ukuran tiap pengamatan sebesar  $n$ . Pada umumnya aturan dalam *Statistical Process Control* (SPC),  $N$  dapat berukuran  $\pm 25$ .
2. Menentukan  $C_{ij}$  sebagai banyaknya cacat pada kelas cacat ke- $j$  dan pengamatan ke- $i$ , dimana  $i = 1, 2, \dots, k$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$ .

Vektor proporsi cacat dengan kelas cacat- $i$ ,  $\hat{p}_{ij}$  diduga sebagai berikut:

$$\hat{p}_{ij} = \frac{C_{ij}}{n} \tag{11}$$

Dimana  $j = 1, 2, \dots, m$  dan  $i = 1, 2, \dots, k$ ;  $\hat{p}_{ij}$  adalah penduga vektor proporsi cacat,  $C_{ij}$  adalah banyaknya cacat pada kelas cacat ke-1, pengamatan ke- $i$ , dengan  $n$  adalah banyaknya jumlah produk tiap pengamatan ke- $i$  (Montgomery, 2009).

Vektor rata-rata proporsi cacat diduga seperti persamaan (12).

$$\bar{p}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \hat{p}_{ij} \tag{12}$$

Setelah diperoleh nilai-nilai dugaan vektor rata-rata proporsi, sehingga untuk memantau kecacatan  $\delta_i$  parameter keseluruhan, kita dapat menggunakan contoh statistik sebagai berikut:

$$\hat{\delta}_i = \sum_{j=1}^m d_j \hat{p}_{ij} \tag{13}$$

Berdasarkan Gold (1963) maka dapat diperoleh selang kepercayaan  $(1-\alpha)$  untuk statistik sampel cacat keseluruhan sebagai berikut.

$$\delta_i = \sum_{j=1}^m d_j p_{ij} \in \left\{ \sum_{j=1}^m d_j \hat{p}_{ij} \pm \sqrt{\chi_{m,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{j=1}^m d_j^2 \hat{p}_{ij} \right) - \left( \sum_{j=1}^m d_j \hat{p}_{ij} \right)^2 \right]} \right\} \tag{14}$$

dimana  $\chi_{m,\alpha}^2$  batas atas dari distribusi  $\chi^2$  dengan derajat bebas  $m$  (Cozzucoli, 2009).

**Batas Kendali Peta Kendali Multivariat  $p$**

Menentukan batas kontrol menggunakan prinsip diagram kontrol Shewart pada umumnya, didapatkan batas kontrol untuk diagram kontrol Shewart tipe Multivariat  $p$  dengan jumlah pengamatan yang sama yaitu:

$$BPA = \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j + \sqrt{\chi_{m,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{j=1}^m d_j^2 \bar{p}_j \right) - \left( \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j \right)^2 \right]} \quad (15)$$

$$GT = \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j \quad (16)$$

$$BPB = \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j - \sqrt{\chi_{m,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{j=1}^m d_j^2 \bar{p}_j \right) - \left( \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j \right)^2 \right]} \quad (17)$$

(Cozzucoli, 2009).

**Interpretasi Terjadinya Out of Control**

Bagian tersulit dalam aplikasi diagram kontrol multivariat adalah menginterpretasi signal *out of control*. Jika dalam pengontrolan proses terdapat satu atau beberapa tidak terkontrol, maka perlu dilakukan identifikasi peubah penyebab terjadinya tidak terkontrol tersebut. Taleb (2009) menjelaskan bahwa suatu pendekatan dalam mendiagnosis data yang tidak terkontrol menggunakan distribusi multinomial, sehingga prosedur statistik yang benar berdasarkan contoh statistik adalah sebagai berikut:

$$Z_j = n_0 n_i \sum_{j=1}^m \frac{(\hat{p}_{ij} - \hat{p}_{0j})^2}{X_{ij} - X_{0j}} \quad (18)$$

Z<sub>j</sub> merupakan indikator kontribusi relatif dari peubah ke-j untuk keseluruhan statistik, n<sub>0</sub> dan n<sub>i</sub> merupakan ukuran pengamatan periode ke-0 dan ke-i dan i adalah subgroup yang *out of control*. Perbaikan proses difokuskan pada peubah yang memiliki nilai Z<sub>j</sub> lebih besar dari batas kontrol atas (Cozzucoli, 2009).

**Kondisi Out of Control**

Menurut Montgomery (2009) ada 10 ciri-ciri kondisi untuk mengatakan proses tidak terkendali, yaitu:

- a. Satu atau lebih titik berada di luar batas kendali
- b. Dua dari tiga titik yang berurutan berada di luar batas dua sigma tetapi masih berada di dalam batas kendali
- c. Empat dari lima titik yang berurutan melebihi batas satu sigma
- d. Lebih dari delapan titik yang berurutan berada pada di satu sisi garis tengah
- e. Enam titik berjajar secara konstan membentuk pola cenderung naik atau cenderung turun
- f. Lima belas titik yang berada di zona satu sigma
- g. Empat belas titik berjajar secara bergantian naik dan turun
- h. Delapan titik berjajar di kedua sisi garis tengah namun tidak ada yang berada di zona satu sigma
- i. Ada pola yang tidak random pada data

- j. Satu atau lebih titik berada di dekat batas kendali

**Gambaran Umum Perusahaan Kaltim Post**

Kaltim Post mulai berdiri pada tanggal 5 Januari 1988 yang pada awalnya bernama Manuntung. Kaltim Post berpusat di Jalan Soekarno Hatta KM 3,5 Balikpapan dan mempunyai perwakilan kantor di Samarinda yang beralamat di Jalan Untung Suropati. Kaltim Post yang merupakan salah satu perusahaan pers adalah anak perusahaan dari Jawa Post Group, yang sekarang jaringannya mencapai 150 anak media cetak yang merambah di seluruh Indonesia, 20 stasiun tv, dan puluhan radio. Pada saat ini Kaltim Post telah menjangkau seluruh daerah di Kalimantan Timur dan yang terbesar adalah Samarinda dan Balikpapan.

**Bahan Baku Produksi**

Bahan-bahan utama yang digunakan oleh Kaltim Post dalam proses produksi koran adalah antara lain:

1. Kertas  
Kaltim Post menggunakan kertas koran dengan *gramatur 45 gram/m<sup>2</sup>*
2. Tinta  
Proses produksi koran Kaltim Post menggunakan tinta proses yaitu *cyan* (biru), *magenta* (merah), *yellow* (kuning), dan *black* (hitam).
3. Air Pembasah  
Air pembasah digunakan untuk membersihkan tinta dari daerah *non-image* pada pelat.
4. Pelat Cetak  
Pelat yang digunakan adalah *negative plate* dari aluminium.
5. *Plate Cleaner*  
*Plate cleaner* merupakan cairan untuk membersihkan bagian dari pelat cetak yang terkena oksidasi maupun goresan kecil.
6. *Blanket*  
*Blanket* adalah salah satu komponen yang berpengaruh pada proses percetakan karena *blanket* berfungsi untuk mengirimkan *image* dari pelat menuju kertas.
7. *Wash Blanket*  
*Wash blanket* merupakan cairan yang digunakan untuk membersihkan permukaan *blanket*.

**Jenis Cacat Harian Surat Kabar Kaltim Post**

Dari data yang diperoleh terdapat 3 jenis cacat yang paling dominan selama proses produksi berlangsung. Ketiga jenis cacat tersebut adalah:

1. Warna kabur  
Kurangnya penyerapan warna pada tulisan dan gambar di koran sehingga terlihat kabur.

Jenis kerusakan (misdruk) ini biasa terjadi pada awal cetak karena tinta masih sangat pekat dan belum tercampur secara merata sehingga menjadikan warna tidak terserap secara sempurna.

2. Tidak simetris

Misdruk karena kesalahan mesin pada saat tahap pelipatan sehingga mengakibatkan lipatan tidak simetris (menceng). Batas toleransi kemencengan yang diperbolehkan adalah 2 mm.

3. Kotor

Misdruk ini ditandai dengan hasil cetakan kotor sebagian. Ini disebabkan karena nilai air pembasah dengan tinta tidak seimbang. Biasanya disebabkan karena nilai air lebih rendah dari nilai tinta. Misdruk ini biasanya ditemukan pada daerah tepi dari koran.

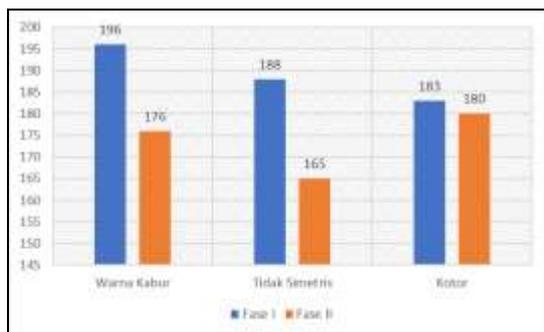
**Hasil dan Pembahasan Statistika Deskriptif**

Berikut merupakan hasil analisis deskriptif yang mendeskripsikan keadaan data keseluruhan pada Lampiran 1 yaitu berupa banyaknya data, rata-rata, nilai terbesar dan nilai terkecil.

**Tabel 1 Analisis Statistika Deskriptif**

Karakteristik Kualtias	Fase I		Fase II	
	Banyak Data	Rata-Rata	Banyak Data	Rata-Rata
<b>Warna Kabur</b>	21	154	21	153
<b>Tidak Simetris</b>	21	138	21	137
<b>Kotor</b>	21	152	21	153

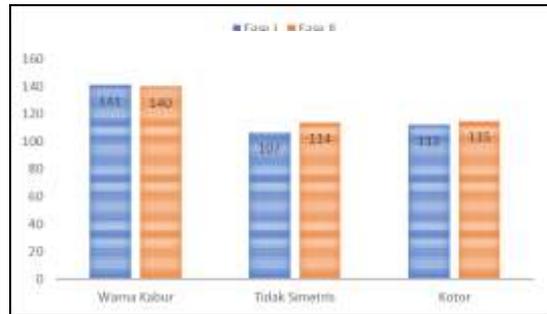
Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata karakteristik kualitas pada fase I untuk jenis cacat warna kabur adalah 154 lembar, untuk jenis cacat tidak simetris adalah 138 lembar, dan jenis cacat kotor adalah 152 lembar. Untuk fase II diketahui bahwa nilai rata-rata karakteristik untuk jenis cacat warna kabur adalah 153 lembar, untuk jenis cacat tidak simetris adalah 137 lembar, dan jenis cacat kotor adalah 153 lembar.



Gambar 1 Grafik Nilai Maksimum dari Fase I dan Fase II

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa nilai maksimum karakteristik kualitas untuk jenis cacat warna kabur pada fase I sebesar

196 lembar dan pada fase II sebesar 176 lembar, untuk jenis cacat tidak simetris pada fase I sebesar 188 lembar dan pada fase II sebesar 165 lembar, dan jenis cacat kotor pada fase I sebesar 183 lembar dan pada fase II sebesar 180 lembar.



Gambar 2 Grafik Nilai Minimum dari Fase I dan Fase II

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui pula bahwa nilai minimum karakteristik kualitas untuk jenis cacat warna kabur pada fase I sebesar 141 lembar dan pada fase II sebesar 140 lembar, untuk jenis cacat tidak simetris pada fase I sebesar

107 lembar dan pada fase II sebesar 114 lembar, dan jenis cacat kotor pada fase I sebesar 112 lembar dan pada fase II sebesar 115 lembar.

**Diagram Kontrol Multivariat p**

**Diagram Kontrol Multivariat p Fase I**

Diagram kontrol multivariat *p* pada fase I menggunakan 21 pengamatan data proses produk percetakan surat kabar Kaltim Post pada periode bulan Juli 2017, dengan jumlah pengamatan yang sama dalam sehari yaitu 1000 eksemplar atau sama dengan 9000 lembar. Nilai tingkat pembobot yang digunakan berdasarkan hasil wawancara yaitu menggunakan nilai tabel AQL. Setiap titik terdapat pada diagram multivariat *p*, didapatkan melalui persamaan (13) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 - \hat{\delta}_1 &= \sum_{j=1}^3 d_j \hat{p}_{1j} \\
 &= 0,002335 \\
 &\vdots \\
 - \hat{\delta}_{21} &= \sum_{j=1}^3 d_j \hat{p}_{21j} \\
 &= 0,002419 \\
 - \bar{\hat{p}}_1 &= \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{21} \hat{p}_{i1} \\
 &= 0,0171 \\
 - \bar{\hat{p}}_2 &= \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{21} \hat{p}_{i2} \\
 &= 0,0153
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{p}_3 &= \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{21} \hat{p}_{i3} \\ &= 0,0169 \end{aligned}$$

**Tabel 2 Data Proporsi Cacat pada Proses Produksi Fase I**

Pengamatan	Warna Kabur	Tidak Simetris	Kotor	$\hat{\delta}_i$
1	0,0008047	0,0006133	0,0009167	0,002335
2	0,0007423	0,0007769	0,0008167	0,002336
3	0,0008217	0,0008280	0,0008889	0,002539
4	0,0007367	0,0006696	0,0001017	0,002423
5	0,0007990	0,0006440	0,0009889	0,002432
6	0,0008047	0,0006236	0,0008667	0,002295
7	0,0008047	0,0007309	0,0007556	0,002291
8	0,0001003	0,0006338	0,0007444	0,002381
9	0,0008670	0,0007258	0,0009833	0,002576
10	0,0009803	0,0006184	0,0008833	0,002482
11	0,0008500	0,0006287	0,0009111	0,00239
12	0,0007990	0,0007667	0,0008667	0,002432
13	0,0008160	0,0007820	0,0008222	0,00242
14	0,0009180	0,0006133	0,0008167	0,002348
15	0,0007833	0,0007309	0,0009833	0,002593
16	0,0009633	0,0009609	0,0006222	0,002546
17	0,0009180	0,0007871	0,0008667	0,002572
18	0,0009293	0,0007769	0,0008278	0,002534
19	0,0008613	0,0007309	0,0006444	0,002237
20	0,0001110	0,0005469	0,0006333	0,002291
21	0,0009237	0,0006389	0,0008556	0,002418

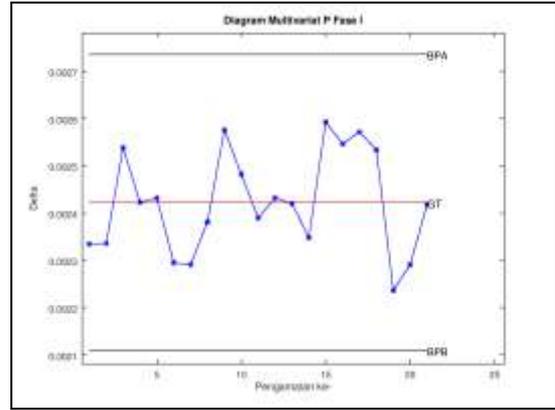
Setelah mendapat nilai vektor rata-rata proposi dan delta ( $\hat{\delta}_i$ ), perhitungan selanjutnya yaitu menghitung Batas Pengendali Atas (BPA) dengan persamaan (15), Garis Tengah (GT) dengan persamaan (16) dan Batas Pengendali Bawah (BPB) dengan persamaan (17) menggunakan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .

$$\begin{aligned} BPA &= \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j + \sqrt{\chi_{m,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{j=1}^m d_j^2 \bar{p}_j \right) - \left( \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j \right)^2 \right]} \\ &= 0,002736 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} GT &= \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j \\ &= 0,0024224 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BPB &= \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j - \sqrt{\chi_{m,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{j=1}^m d_j^2 \bar{p}_j \right) - \left( \sum_{j=1}^m d_j \bar{p}_j \right)^2 \right]} \\ &= 0,0021087 \end{aligned}$$

Kemudian diperoleh diagram multivariat  $p$  fase I dengan batas pengendali sesuai perhitungan diatas seperti pada Gambar 3



Gambar 3 Diagram Kontrol Multivariat  $p$

Gambar 3 menunjukkan bahwa semua pengamatan pada fase I dalam kondisi terkendali secara statistik. Batas Pengendali Atas (BPA) yang dihasilkan adalah 0,002736, Garis Tengah (GT) adalah 0,0024224 dan Batas Pengendali Bawah (BPB) 0,0021087. Dengan nilai BPA dan BPB tersebut, terlihat bahwa proses percetakan surat kabar Kaltim Post telah terkendali secara statistik, sehingga penerapan diagram multivariat  $p$  fase II dapat menggunakan nilai batas kendali diagram multivariat  $p$  fase I.

**Diagram Kontrol Multivariat  $p$  Fase II**

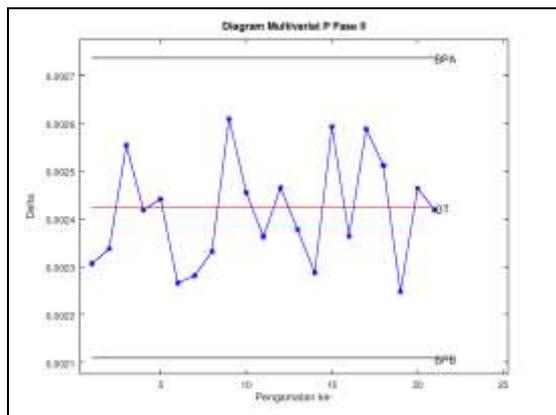
Diagram kontrol multivariat  $p$  pada fase II ini menggunakan 21 pengamatan data proses percetakan surat kabar Kaltim Post pada periode Agustus 2017, dengan jumlah pengamatan yang sama dalam sehari yaitu 1000 eksemplar atau sama dengan 9000 lembar. Nilai tingkat pembobot yang digunakan berdasarkan hasil wawancara pada Lampiran 7 yaitu menggunakan nilai tabel AQL. Setiap titik terdapat pada diagram multivariat  $p$ , didapatkan melalui persamaan (13) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{\delta}_1 &= \sum_{j=1}^3 d_j \hat{p}_{1j} \\ &= 0,002306 \\ &\vdots \\ \hat{\delta}_{21} &= \sum_{j=1}^3 d_j \hat{p}_{21j} \\ &= 0,002418 \end{aligned}$$

**Tabel 3 Data Proporsi Cacat pada Proses Produksi Fase II**

Pengamatan	Warna Kabur	Tidak Simetris	Kotor	$\hat{\delta}_i$
1	0,0007990	0,0006184	0,0008889	0,002306
2	0,0007593	0,0007667	0,0008111	0,002337
3	0,0008160	0,0008433	0,0008944	0,002554
4	0,0007357	0,0006644	0,0010000	0,002418
5	0,0008047	0,0006644	0,0009722	0,002441
6	0,0007933	0,0006389	0,0008333	0,002266
7	0,0007933	0,0007156	0,0007722	0,002281
8	0,0009633	0,0006184	0,0007500	0,002332
9	0,0009010	0,0007411	0,0009667	0,002609
10	0,0009860	0,0006133	0,0008556	0,002455
11	0,0008443	0,0006184	0,0009000	0,002363
12	0,0008047	0,0007769	0,0008833	0,002465
13	0,0008047	0,0007667	0,0008056	0,002377
14	0,0009237	0,0006133	0,0007500	0,002287
15	0,0008897	0,0007360	0,0009667	0,002592
16	0,0009577	0,0007667	0,0006389	0,002363
17	0,0009293	0,0007973	0,0008611	0,002588
18	0,0009123	0,0007820	0,0008167	0,002511
19	0,0008670	0,0007411	0,0006389	0,002247
20	0,0009973	0,0005827	0,0008833	0,002463
21	0,0009180	0,0006389	0,0008611	0,002412

Berdasarkan nilai batas kendali yang diestimasi dari pengontrolan fase I, didapatkan hasil diagram multivariat  $p$  pada Gambar 4.



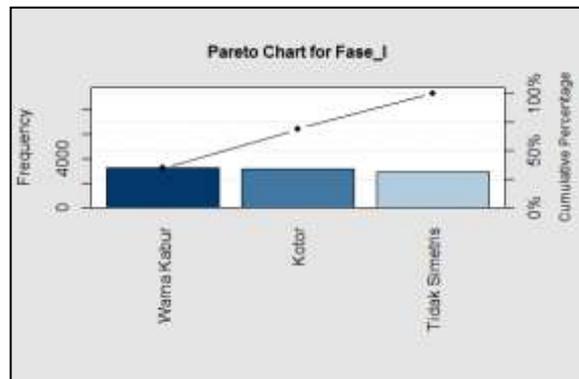
Gambar 4 Diagram Multivariat  $p$  Fase II

Pengontrolan kedua dengan menggunakan multivariat  $p$  fase I telah menunjukkan bahwa tidak teridentifikasi pengamatan di luar batas kendali, sehingga dapat dikatakan proses percetakan surat kabar Kaltim Post dalam kondisi terkendali secara statistik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa batas kontrol yang diperoleh dari fase I dengan BPA = 0,002736, GT = 0,0024224 dan BPB = 0,0021087 dapat digunakan sebagai batas kontrol standar produksi

surat kabar Kaltim Post untuk pengontrolan selanjutnya.

**Jenis Cacat Dominan**

Untuk melihat jenis cacat mana yang memiliki frekuensi lebih dominan pada proses percetakan surat kabar pada periode Juli 2017 dan Agustus 2017 dapat menggunakan diagram Pareto. Dengan menggunakan *software* RStudio, diperoleh hasil sebagai berikut:

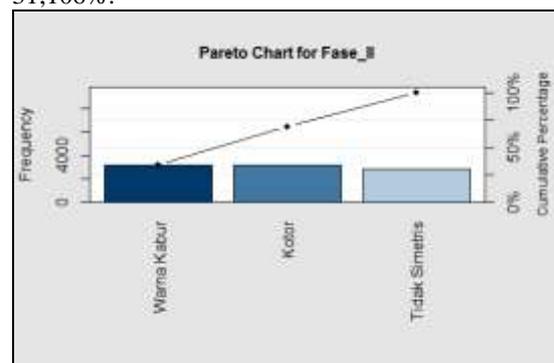


Gambar 5 Diagram Pareto Produksi Surat Kabar Kaltim Post Fase I

**Tabel 4 Hasil Diagram Pareto Produksi Surat Kabar Kaltim Post Fase I**

Karakteristik Kualitas	Frekuensi	Frek. Kumulatif	Persentase (%)	Pers. Kumulatif (%)
Warna Kabur	3.235	3.235	34,699	34,699
Kotor	3.188	6.423	34,195	68,894
Tidak Simetris	2.900	9.323	31,106	100

Berdasarkan Gambar 4.5 diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa jenis cacat yang menempati posisi pertama adalah jenis cacat warna kabur dengan frekuensi 3.235 lembar dan persentase sebesar 34,699%, di posisi kedua yaitu jenis cacat kotor dengan frekuensi 3.188 lembar dan persentase 34,195%, serta di posisi ketiga yaitu jenis cacat tidak simetris dengan frekuensi 2.900 lembar dan persentase sebesar 31,106%.



Gambar 6 Diagram Pareto Produksi Surat Kabar Kaltim Post Fase II

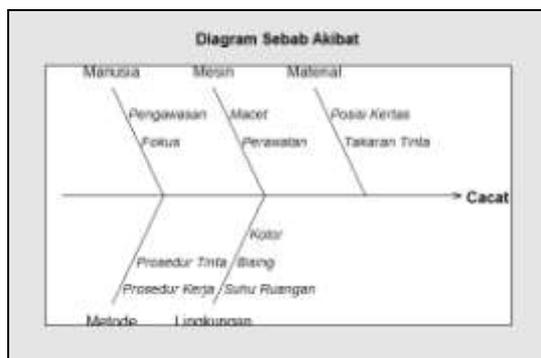
**Tabel 5 Hasil Diagram Pareto Produksi Surat Kabar Kaltim Post Fase II**

Karakteristik Kualitas	Frekuensi	Frek. Kumulatif	Persentase (%)	Pers. Kumulatif (%)
Warna Kabur	3.215	3.215	34,573	34,573
Kotor	3.205	6.420	34,467	69,04
Tidak Simetris	2.879	9.299	30,96	100

Pada Gambar 6 diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa jenis cacat yang menempati posisi pertama adalah jenis cacat warna kabur dengan frekuensi 3.215 lembar dan persentase sebesar 34,573%, di posisi kedua yaitu jenis cacat kotor dengan frekuensi 3.205 lembar dan persentase 34,467%, serta di posisi ketiga yaitu jenis cacat tidak simetris dengan frekuensi 2.879 lembar dan persentase sebesar 30,96%.

**Faktor-Faktor Penyebab**

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu pihak Kaltim Post mengenai faktor-faktor penyebab dan akibat dari produksi yang cacat, maka penulis membuat rangkuman dalam bentuk diagram *Ishikawa*. Diagram *Ishikawa* atau diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui penyebab terjadinya kecacatan pada suatu produk yang dipantau dari faktor material, manusia, mesin, metode dan lingkungan. Sehingga dapat diketahui penyebab terjadinya cacat pada surat kabar Kaltim Post dan dapat pula meningkatkan kualitas produksi serta mengurangi cacat pada produk.



Gambar 7 Diagram *Ishikawa* atau Diagram Sebab Akibat

Dapat dilihat bahwa pada Gambar 7 penyebab cacat surat kabar yang pertama yaitu faktor manusia yang terdiri dari kurangnya pengawasan saat produksi dan karyawan kurang fokus pada saat produksi. Faktor kedua adalah faktor mesin yaitu mesin terkadang macet karena kurangnya pemeriksaan kondisi mesin dan kurangnya perawatan mesin. Faktor ketiga yaitu faktor lingkungan yang terdiri dari tempat kerja yang kotor, suhu ruangan yang kurang nyaman bagi karyawan, dan suara mesin yang bising

membuat karyawan sulit mendengar peringatan jika terjadi kesalahan produksi. Faktor keempat yaitu faktor metode yang terdiri dari prosedur kerja yang tidak sesuai tahapan produksi, prosedur ukuran kertas dan takaran tinta yang belum diperbaharui. Faktor kelima yaitu faktor material yang terdiri dari kurangnya pemeriksaan posisi kertas, kurangnya pemeriksaan terhadap takaran tinta pada saat produksi. Faktor utama yang sering menjadi penyebab kesalahan produksi yaitu dari faktor mesin dan faktor manusia. Karena kedua faktor ini saling berkaitan satu sama lain

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses produksi surat kabar Kaltim Post pada fase I, yaitu proses pada periode bulan Juli 2017 berdasarkan diagram kontrol multivariat *p* telah terkendali. Untuk proses produksi pada fase II, yaitu pada periode bulan Agustus 2017 berdasarkan diagram kontrol multivariat *p* juga telah terkendali.
2. Jenis cacat yang harus dikurangi adalah jenis cacat warna kabur karena mempunyai persentase cacat yang paling dominan diantara jenis cacat yang lain. Jenis cacat warna kabur memiliki persentase pada fase I sebesar 34,699% dan untuk fase II sebesar 34,573%. Faktor-faktor yang menyebabkan jenis cacat pada produksi adalah faktor Manusia, Mesin, Lingkungan, Metode dan Material.

**Daftar Pustaka**

Ariani, D. W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.

Cozzucoli, P. C. (2009). Process Monitoring with Multivariate *p* Control Chart. *Journal of Quality Statistic and Reliability*, Vol. 2009, Article ID 707583.

Dewi, J. K., Nohe, D. A., Nasution, Y. N (2015). Penerapan Diagram Kontrol Multivariat *np* Sebagai Alat Kontrol Kualitas Produk dengan Studi Kasus Produk Cacat Surat Kabar Harian Poskota Kaltim. *Journal Science East Borneo*, Vol. 3, No. 1.

Johnson, A. R., & Winchern, D. W. (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis 5th*. New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River.

Jensen, W.A., J.B. Birch and W.H. Woodall. (2007). *High Breakdown Estimation Methods for Phase I Multivariate Control Charts*. *Quality and Reliability Engineering International*. 23: 615-629.

- Kosalprapai, A. (2002). *Multivariate Attribute P Chart for Both Correlated and Uncorrelated Quality Characteristics*. Master of Engineering (Industrial Engineering). International Graduate Program Graduate School. Kasetsart University.
- Lu, X. S, M. Xie, T. N. Goh, and C. D. Lai. (1998). Control Chart for Multivariate Attribute Processes. *International Journal of Production Research*, Vol. 36, No. 12, 3477–3489.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6th ed). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Mukhopadhyay, A. R. (2008). Multivariate Attribute Control Chart Using Mahalanobis Statistic. *Journal of Applied Statistics*, Vol.34, No.4, 56-57.
- Subakti, D. F., dan Permadi, H. (2012) Pengendalian Kualitas Produk Rokok PT. Ongkowidjojo Malang Dengan Grafik Kendali P Multivariat. *Jurnal Online Universitas Negeri Malang*. Vol. 1, No. 2.
- Sudjana. (2002). *Metode Statistika*. Bandung: PT. Tarsito.
- Taleb, H. (2009). Control charts applications for multivariate attribute processes. *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 56, No. 1, 399–410.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.