

# Pengendalian Kualitas Proses Penetasan Telur Ayam di PT X Unit Hatchery Malang Menggunakan Peta Kendali Multiatribut

Intan Nurul Amalia, Agus Suharsono, dan Ni Luh Putu Satyaning Pradnya Paramita  
Departemen Statistika, Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail:* pradnya@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—PT X melakukan pengendalian kualitas mulai dari pembibitan DOC hingga proses akhir secara ketat namun selama ini perusahaan belum melakukan pengendalian kualitas lebih jauh menggunakan metode statistik. Pada penelitian ini, dilakukan analisis pengendalian kualitas statistik terhadap proses penetasan telur ayam menggunakan peta kendali  $p$  multiatribut karena tiga jenis kecacatan telur yang terjadi, yaitu abnormal, retak, dan pecah saling berkorelasi satu sama lain sehingga pengendalian kualitasnya dilakukan secara simultan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandang 1 dan 3 merupakan kandang yang paling bermasalah sehingga monitoring kualitas difokuskan pada telur yang berasal dari kedua kandang tersebut. Peta kendali  $p$  multiatribut fase I menunjukkan bahwa proses penetasan telur yang berasal dari kedua kandang tersebut belum terkendali secara statistik. Setelah diperoleh peta kendali fase I yang sudah *in control*, ternyata batas kendali yang diperoleh menunjukkan pergeseran proses yang semakin buruk pada fase II. Artinya, kecacatan telur yang terjadi pada fase II mengalami peningkatan dari periode sebelumnya. Dari hasil identifikasi diketahui bahwa abnormalitas merupakan jenis cacat yang memberikan kontribusi terbesar terhadap kecacatan telur yang mengakibatkan proses penetasan telur ayam tidak terkendali secara statistik.

**Kata Kunci**—Kecacatan Telur, Pengendalian Kualitas, Peta Kendali Multiatribut, Proses Penetasan Telur.

## I. PENDAHULUAN

PT X merupakan salah satu industri peternakan terintegrasi dan terbesar di Indonesia, dimana salah satu produk yang dihasilkan adalah bibit ayam (*Day Old Chicks/DOC*). Untuk meminimumkan terjadinya telur yang gagal menetas atau hasil tetasan berupa DOC yang kurang baik, maka perlu dilakukan *monitoring* kualitas terhadap proses penetasannya. DOC yang berkualitas dapat dihasilkan dari telur yang bebas dari kecacatan, yaitu abnormal, retak, dan pecah. *Monitoring* kualitas terhadap proses penetasan telur yang dilakukan perusahaan masih sebatas pencatatan hasil inspeksi kualitas dan analisis dengan statistika deskriptif berupa proporsi kecacatan telur yang berasal dari masing-masing kandang. Selain itu, pihak perusahaan belum melakukan pengendalian kualitas lebih jauh menggunakan metode statistik.

Inilah yang mendasari penelitian penerapan peta kendali  $p$  multiatribut pada pengendalian kualitas terhadap proses penetasan telur ayam di PT X unit Hatchery Malang. Metode pengendalian kualitas statistik dengan peta kendali  $p$  multiatribut digunakan karena karakteristik kualitas yang

diamati merupakan data atribut yaitu jenis kecacatan telur, dimana kecacatan yang terjadi lebih dari satu jenis cacat (abnormal, retak, dan pecah) dan terdapat korelasi antar jenis cacatnya.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Sukmawati [1] untuk mengetahui mutu proses penetasan DOC menggunakan metode *Statistical Process Control* pada mesin *hatchery* di PT Reza Perkasa. Pada penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa kecacatan yang paling sering terjadi adalah kematian dalam cangkang (*dead in shell*) sebesar 93.7% dari total kecacatan. Selain itu, Cahyanto [2] melakukan penelitian mengenai pengontrolan proses *rolling plate* baja di PT Gunawan Dianjaya Steel menggunakan peta kendali  $p$  multiatribut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses belum terkendali pada periode Desember 2015 dan Januari 2016. Dari penelitian tersebut diketahui pula bahwa pada periode Desember 2015 semua jenis cacat memiliki proporsi yang sama sedangkan pada periode Januari 2016 jenis cacat yang dominan adalah *chamber* dan *scale*.

Pada serangkaian proses penetasan telur ayam, pemilihan telur tetas yang bebas cacat sebagai *raw material* menjadi penentu keberhasilan dari proses penetasan telur ayam di PT X unit Hatchery Malang. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengendalian kualitas secara statistik terhadap proses penetasan telur ayam mengingat perusahaan belum pernah melakukan hal tersebut selama ini. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai masukan dan pertimbangan bagi pihak perusahaan dalam menentukan strategi pengendalian kualitas di masa mendatang sebagai upaya peningkatan kualitas proses penetasan telur ayam sehingga perusahaan dapat menghasilkan DOC yang lebih berkualitas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Uji Bartlett

Uji Bartlett digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel pada kasus multivariat. Hipotesis yang digunakan untuk melakukan uji Bartlett adalah sebagai berikut.

$H_0 : \rho = \mathbf{I}$  (matriks korelasi merupakan matriks identitas)

$H_1 : \rho \neq \mathbf{I}$  (matriks korelasi bukan merupakan matriks identitas)

Statistik uji yang digunakan dalam uji Bartlett adalah sebagai berikut.

$$\chi^2_{hitung} = - \left\{ n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right\} \ln |\mathbf{R}| \quad (1)$$

Keterangan:

- $n$  : Banyak data pengamatan
- $p$  : Banyak variabel yang digunakan
- $\mathbf{R}$  : Matriks korelasi

Daerah kritis yang digunakan dalam uji Bartlett ini adalah  $H_0$  ditolak jika  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha, 0.5p(p-1)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ . Hal ini berarti bahwa matriks korelasi bukan merupakan matriks identitas. Artinya, antar variabel saling berhubungan [3].

**B. Uji Homogenitas**

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah matriks varians-kovarians antar populasi bersifat homogen. Salah satu metode uji homogenitas adalah Box's M Test dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g$  (matriks varians-kovarians antar populasi homogen)

$H_1$  : Minimal terdapat satu  $\Sigma_i \neq \Sigma_j$  (matriks varians-kovarians antar populasi tidak homogen)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$C = (1 - u)M \quad (2)$$

Dimana

$$u = \left[ \frac{\sum_{l=1}^g \frac{1}{n_l - 1} - \frac{1}{\sum_{l=1}^g (n_l - 1)} \right] \left[ \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right] \quad (3)$$

$$M = \left[ \sum_{l=1}^g (n_l - 1) \right] \ln |\mathbf{S}_{pooled}| - \sum_{l=1}^g [(n_l - 1) \ln |\mathbf{S}_l|] \quad (4)$$

$$\mathbf{S}_{pooled} = \frac{1}{\sum_{l=1}^g (n_l - 1)} \{ (n_1 - 1)\mathbf{S}_1 + (n_2 - 1)\mathbf{S}_2 + \dots + (n_g - 1)\mathbf{S}_g \} \quad (5)$$

Keterangan:

- $p$  : Banyak variabel yang digunakan
- $g$  : Banyak grup/populasi
- $n_l$  : Banyak sampel pada populasi ke- $l$
- $\mathbf{S}_l$  : Matriks kovarians pada populasi ke- $l$ , dimana  $l = 1, 2, \dots, g$
- $\mathbf{S}_{pooled}$  : Matriks kovarians *pooled*

Daerah kritis dalam uji *Box's M* ini adalah  $H_0$  ditolak jika  $C > \chi^2_{p(p+1)(g-1)/2}$  yang berarti bahwa matriks varians-kovarians antar populasi tidak homogen [4].

**C. Peta Kendali  $p$**

Peta kendali  $p$  adalah peta kendali yang menggunakan proporsi dari ketidaksesuaian produk dalam suatu sampel yang sedang diinspeksi. Dengan peta kendali ini, jumlah sampel tiap inspeksi diambil secara periodik dan jumlah sampelnya berbeda-beda tiap inspeksi atau pengamatan [5]. Proporsi dari ketidaksesuaian ( $p$ ) didefinisikan sebagai rasio dari banyak ketidaksesuaian atau cacat yang terambil ( $D$ ) dengan jumlah sampel yang terambil ( $n$ ), sehingga bisa dibentuk persamaan sebagai berikut.

$$p = \frac{D}{n} \quad (6)$$

Apabila  $p$  tidak diketahui, maka harus ditaksir dari data observasi. Prosedur secara umum adalah memilih  $m$  sampel pendahuluan, masing-masing berukuran  $n$ . Maka jika ada  $D_i$

unit tak sesuai dalam sampel  $i$ , bagian tak sesuai dalam sampel ke- $i$  tersebut dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{p}_i}{m} \quad (7)$$

Jika digunakan  $k = 3$ , maka batas kendali peta kendali  $p$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut.

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

$$CL = \bar{p} \quad (8)$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Keterangan :

- $UCL$  : Upper Control Limit
- $LCL$  : Lower Control Limit
- $\bar{p}$  : Rata-rata dari proporsi produk cacat
- $n$  : Ukuran subgrup.

**D. Peta Kendali  $p$  Multiatribut**

Dalam peta kendali  $p$  multiatribut digunakan nilai pembobot untuk mengontrol dan menaksir parameter tingkat kecacatan secara keseluruhan dalam proses. Tingkat kecacatan secara keseluruhan dievaluasi dengan menggambarkan proses satu sampel dari  $n$  item, misalkan  $\mathbf{D} = (D_0, D_1, \dots, D_i, \dots, D_k)$  menjadi vektor dari  $(k+1)$  kategori cacat,  $D_i$  menunjukkan kategori tingkat cacat,  $D_0$  adalah kategori bebas cacat, dan  $D_k$  adalah cacat yang paling serius. Penentuan bobot kecacatan dapat ditentukan berdasarkan beberapa faktor antara lain disfungsi produk, ketidakpuasan, kerugian ekonomi, peningkatan biaya, atau kerugian yang disebabkan oleh kecacatan produk [6].

Produk yang diklasifikasikan dalam masing-masing  $(k+1)$  kategori kualitas cacat dimana variabel acak multiatribut  $\mathbf{X} = (X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_k)$  memiliki distribusi multinomial dengan parameter  $n$  dan vektor probabilitas  $\mathbf{p} = (p_0, p_1, \dots, p_i, \dots, p_k)$  sehingga  $0 \leq p_i \leq 1$  dan  $\sum p_i = 1$ .  $X_i$  adalah jumlah item dalam sampel yang diklasifikasikan dalam kategori cacat  $D_i$  yang menunjukkan tingkat cacat ke- $i$  sedangkan  $p_i$  adalah probabilitas item yang diklasifikasikan dalam kategori cacat  $D_i$ .

Misalkan  $\mathbf{X} = (X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_k)$  adalah estimator maksimum likelihood dari parameter  $\mathbf{p} = (p_0, p_1, \dots, p_i, \dots, p_k)$  dimana  $\hat{p}_i = x_i/n$ . Oleh karena itu, untuk menduga parameter  $\delta$  digunakan statistik sampling sebagai berikut.

$$\hat{\delta} = \sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \quad (9)$$

dimana  $\hat{\delta}$  merupakan tingkat cacat keseluruhan ( $0 \leq \hat{\delta} \leq 1$ ).

Umumnya,  $\mathbf{p}_0 = (p_{00}, p_{10}, \dots, p_{i0}, \dots, p_{k0})$  tidak diketahui dan perlu diestimasi menggunakan  $m$  sampel pendahuluan dari ukuran  $n$  berdasarkan proses terkendali. Misalkan  $\mathbf{X}_t = (X_{0t}, X_{1t}, \dots, X_{it}, \dots, X_{kt})$ ,  $t = 1, 2, \dots, m$  menjadi satu set sampel pendahuluan dari ukuran  $n$  yang diambil dari proses multinomial  $\mathbf{X}$  dengan parameter  $(n, \mathbf{p})$ .  $X_{it}$  adalah jumlah item dalam sampel ke- $t$  yang diklasifikasikan dalam kategori cacat

$D_i$ . Oleh karena itu, penaksir tak bias dari parameter  $p_i$  adalah sebagai berikut.

$$\bar{p}_i = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \hat{p}_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (10)$$

Dimana  $\hat{p}_{it} = x_{it}/n_i$ , dengan  $i = 0, \dots, k$  dan  $t = 1, 2, \dots, m$ . Sehingga diperoleh nilai batas kendali atas (UCL), garis tengah (CL), dan batas kendali bawah (LCL) pada peta kendali  $p$  multiatribut sebagai berikut.

$$UCL = \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i + z_{(1-\alpha)/(k+1)} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left( \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \quad (11)$$

$$CL = \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i$$

$$LCL = \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i - z_{(1-\alpha)/(k+1)} \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left( \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]}$$

**E. Identifikasi Variabel Penyebab Proses Tidak Terkendali**

Berdasarkan prosedur interpretasi sinyal *out of control* yang dilakukan oleh Taleb [7], langkah-langkah dalam melakukan identifikasi variabel penyebab proses tidak terkendali adalah sebagai berikut.

- **Langkah 1:** Menghitung nilai statistik sampling ( $\hat{\delta}$ ) untuk semua kombinasi  $(k-1)$  variabel dari  $k$  variabel karakteristik kualitas yang digunakan. Nilai  $\hat{\delta}$  yang telah didekomposisikan variabelnya disebut sebagai *marginal statistic*, dinotasikan  $\hat{\delta}_{r(i)}$ , dimana  $(i)$  adalah variabel yang tidak diikutsertakan dalam perhitungan *marginal statistic* dengan  $i = 1, 2, \dots, k$ .
- **Langkah 2:** Membuat *plot* nilai *marginal statistic* yang diperoleh pada langkah 1 ke dalam *marginal control chart* dengan batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) seperti pada persamaan (9) tanpa memasukkan variabel ke- $i$ , dapat dinotasikan sebagai  $UCL_{(i)}$  dan  $LCL_{(i)}$ .
- **Langkah 3:** Jika nilai  $\hat{\delta}_{r(i)}$  pada *plot* berada di dalam batas kendali *marginal control chart*, maka dapat disimpulkan bahwa variabel ke- $i$  tersebut adalah variabel penyebab terjadinya perubahan proses / kondisi tidak terkendali yang terdeteksi pada *joint multivariate control chart* (peta kendali dengan kombinasi semua  $k$  variabel).

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Sumber Data**

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua macam, yaitu data sekunder dan data primer yang berasal dari PT X unit Hatchery Malang. Data sekunder merupakan data kecacatan telur yang diperoleh dari seleksi telur tetas (*hatching eggs/HE*) pada periode 1 Januari hingga 30 April 2018. Pada penelitian ini data proses penetasan telur ayam dibagi menjadi dua fase, yaitu proses penetasan telur ayam periode 1 Januari-31 Maret 2018 untuk fase I dan periode 1-30 April 2018 untuk fase II. Sedangkan data primer diperoleh melalui wawancara kepada pihak perusahaan untuk mendapatkan data berupa deskripsi penyebab terjadinya

kecacatan telur yang digunakan untuk membuat diagram sebab-akibat.

**B. Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang digunakan adalah jumlah telur cacat yang diklasifikasikan menjadi tiga jenis kecacatan, yaitu telur abnormal, telur retak, dan telur pecah. Pada satu butir telur terdapat kemungkinan lebih dari satu jenis cacat, misalkan abnormal dan retak atau abnormal dan pecah, dan tidak mungkin bahwa retak dan pecah dapat terjadi secara bersamaan. Jika dalam satu telur terdapat dua jenis kecacatan, maka karyawan yang melakukan seleksi HE akan menggolongkan telur tersebut ke dalam salah satu jenis cacat saja yang tingkat kecacatannya paling parah. Dengan demikian, data penelitian ini masih dapat dikatakan memiliki distribusi Multinomial dengan parameter  $(n, \mathbf{p})$ .

Setiap jenis kecacatan telur memiliki efek yang berbeda sehingga perlu dilakukan pembobotan. Nilai bobot yang diberikan mengacu pada kebijakan perusahaan untuk masing-masing jenis kecacatan telur adalah sebagai berikut.

Tabel 1.  
Nilai Bobot Masing-Masing Jenis Kecacatan Telur

Klasifikasi Tingkat Kecacatan	Jenis Kecacatan	Bobot (%)
Cacat minor	$X_1 =$ Telur abnormal	50
Cacat major	$X_2 =$ Telur retak	70
Cacat kritis	$X_3 =$ Telur pecah	85

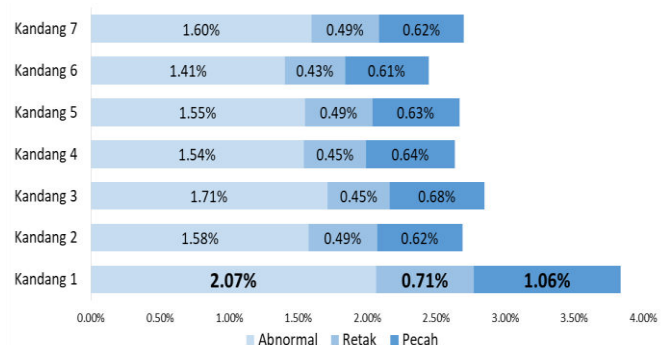
**C. Langkah Analisis**

Langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

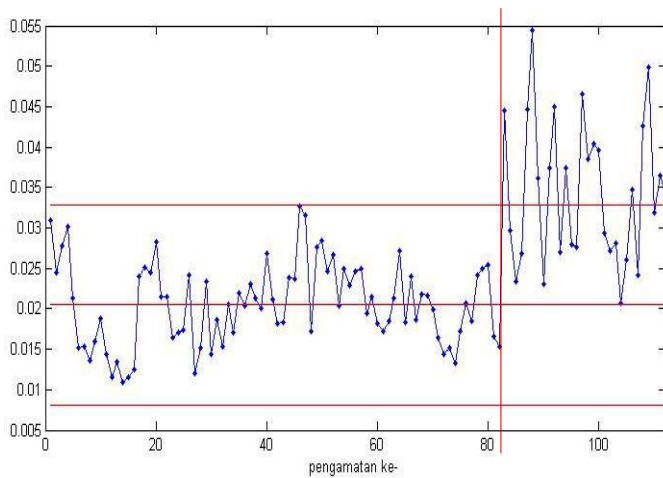
1. Melakukan identifikasi masalah.
2. Melakukan pengumpulan data.
3. Melakukan eksplorasi data.
4. Melakukan uji dependensi variabel.
5. Melakukan pengujian homogenitas untuk mengetahui apakah kecacatan telur yang berasal dari tujuh kandang bersifat homogen.
6. Membuat peta kendali  $p$  multiatribut fase I dan fase II.
7. Melakukan uji pergeseran proses.
8. Membuat diagram Pareto dan diagram Ishikawa.
9. Melakukan penarikan kesimpulan dan saran berdasarkan analisis yang telah dilakukan.

**IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**A. Karakteristik Data Kecacatan Telur**



Gambar 1. Diagram Batang Persentase Kecacatan Telur Selama Periode 1 Januari – 30 April 2018.



Gambar 2. Peta Kendali *p* Multiatribut Kandang 1.

Untuk mengetahui karakteristik data kecacatan telur berdasarkan jenis cacatnya pada masing-masing kandang selama periode 1 Januari hingga 30 April 2018, ditunjukkan diagram batang pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa telur yang diterima dari kandang 1 memiliki kecacatan telur paling banyak untuk keseluruhan jenis cacat daripada kandang yang lain. Telur yang diterima dari kandang 3 memiliki persentase kecacatan telur terbesar kedua namun hanya terjadi pada dua jenis cacat saja. Sedangkan kandang yang menghasilkan kecacatan telur paling sedikit adalah kandang 6 untuk semua jenis kecacatan telur.

Menurut informasi yang diberikan perusahaan, kecacatan telur diakibatkan oleh beberapa hal berdasarkan jenis cacatnya. Abnormalitas telur didominasi oleh cangkang telur yang tipis sehingga jenis cacat ini dapat menyebabkan jenis cacat yang lain, yaitu retak atau bahkan pecah. Telur retak dan pecah dapat disebabkan oleh faktor lain, misalnya proses *handling* yang kasar, namun faktor ini memberikan kontribusi yang kecil terhadap kedua jenis cacat telur tersebut. Tingginya proporsi abnormalitas telur pada kandang 1 dan kandang 3 mengindikasikan bahwa *maintenance* kandang belum dilakukan secara optimal sehingga menyebabkan kondisi kesehatan induk ayam pada kedua kandang tersebut menjadi kurang baik.

**B. Pengendalian Kualitas Proses Penetasan Telur Ayam**

Sebelum peta kendali *p* multiatribut dibuat, dilakukan uji dependensi variabel dan uji homogenitas terlebih dahulu. Hasil uji dependensi variabel menggunakan uji Bartlett menunjukkan bahwa antar jenis kecacatan telur saling berhubungan sehingga pengendalian kualitas dapat dilakukan secara simultan (*p-value* < 0.05). Pada uji homogenitas, diperoleh hasil bahwa kecacatan telur yang berasal dari tujuh kandang tidak memiliki sifat yang homogen sehingga *monitoring* kualitas menggunakan peta kendali *p* multiatribut harus berbeda pada masing-masing kandang asal HE yang diterima perusahaan (*p-value* < 0.05).

Peta kendali *p* multiatribut fase I dibuat untuk menentukan apakah proses penetasan telur ayam telah dikontrol selama periode bulan Januari hingga Maret 2018. Selain itu, pembuatan peta kendali *p* multiatribut fase I digunakan untuk

melihat apakah batas kendali yang handal dapat dibentuk untuk memantau proses penetasan telur ayam di masa mendatang. Sedangkan peta kendali *p* multiatribut fase II dibuat untuk melihat apakah proses penetasan telur ayam masih berada dalam kondisi yang relatif stabil terhadap fase I.

**1) Peta Kendali *p* Multiatribut Kandang 1**

Dengan menetapkan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0.0027, peta kendali *p* multiatribut yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa *plot* nilai tingkat cacat keseluruhan keseluruhan ( $\delta$ ) di sisi kiri garis merah menunjukkan proses penetasan telur ayam pada periode 1 Januari hingga 31 Maret 2018 (fase I) sedangkan di sisi kanan garis merah menunjukkan proses pada periode 1 hingga 30 April 2018 (fase II). Peta kendali *p* multiatribut fase I yang ditunjukkan oleh Gambar 2 merupakan peta kendali yang sudah direvisi satu kali dengan menghapus tujuh pengamatan yang *out of control* untuk mendapatkan peta kendali yang *in control*, dimana batas kendali yang diperoleh sebesar 0.033 untuk UCL dan 0.008 untuk LCL. Nilai batas kendali tersebut selanjutnya digunakan untuk memantau proses pada fase II.

Proses penetasan telur ayam pada fase II menunjukkan bahwa nilai tingkat cacat keseluruhan ( $\delta$ ) pada *plot* mengalami peningkatan dari periode sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi pergeseran kualitas proses penetasan telur yang semakin menurun karena proporsi kecacatan telur semakin tinggi pada fase II. Berdasarkan Gambar 2 pula dapat diketahui bahwa terdapat sebanyak 16 pengamatan yang *out of control* sehingga dapat disimpulkan bahwa proses penetasan telur ayam yang berasal dari kandang 1 pada periode bulan April 2018 tidak terkendali secara statistik. 16 pengamatan yang berada di luar batas kendali tersebut memiliki nilai  $\delta$  yang diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2.

Nilai $\delta$ Pengamatan Tidak Terkendali di Fase II untuk Kandang 1			
t	Nilai $\delta$	t	Nilai $\delta$
1	0.045	16	0.039
5	0.045	17	0.040
6	0.054	18	0.040
7	0.036	24	0.035

Titik pengamatan yang tidak terkendali yang ditunjukkan oleh Tabel 2 selanjutnya diidentifikasi untuk mengetahui variabel penyebab *out of control* pada 16 pengamatan tersebut. Identifikasi variabel penyebab *out of control* dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu membuat *marginal control chart* pada setiap kombinasi dua jenis cacat dari tiga jenis cacat yang ada dan selanjutnya dilakukan analisis peta kendali *p* secara univariat untuk memperoleh informasi tambahan mengenai sinyal *out of control*. Hasil identifikasi variabel penyebab *out of control* menggunakan *marginal control chart* dan peta kendali univariat dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, diketahui bahwa pada pengamatan ke-7, 17, 18, 24, dan 29 teridentifikasi variabel penyebab yang sama ketika melakukan identifikasi menggunakan *marginal control chart* dan peta kendali univariat. Pada pengamatan ke-30, variabel  $X_1$  teridentifikasi sebagai variabel penyebab *out of control* karena *marginal*

Tabel 3.  
Hasil Identifikasi Variabel Penyebab *Out of Control* Fase II untuk Kandang 1

ahbp	Hasil Identifikasi Menggunakan <i>Marginal Control Chart</i>	Hasil Identifikasi Menggunakan Peta Kendali Univariat
1	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>
5	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub>
6	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>
7	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
9	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>
10	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>
12	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>
15	Tidak teridentifikasi	X <sub>3</sub>
16	Tidak teridentifikasi	X <sub>3</sub>
17	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
18	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
24	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
26	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>

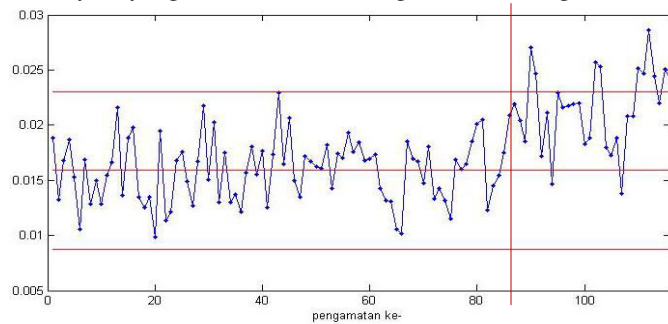
Tabel 4.  
Hasil Identifikasi Variabel Penyebab *Out of Control* Fase II untuk Kandang 1 (Lanjutan)

t	Hasil Identifikasi Menggunakan <i>Marginal Control Chart</i>	Hasil Identifikasi Menggunakan Peta Kendali Univariat
27	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>
29	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
30	X <sub>1</sub>	Tidak teridentifikasi

*control chart* menunjukkan kondisi yang *in control* ketika variabel X<sub>1</sub> tidak digunakan. Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh peta kendali univariat dimana tidak ada satupun peta kendali univariat yang mendeteksi terjadinya *out of control* pada pengamatan ke-30. Hal ini berarti bahwa kondisi *out of control* pada pengamatan ke-30 adalah sebagai akibat dari perubahan yang terjadi dari korelasi antar variabelnya.

2) Peta Kendali *p* Multiatribut Kandang 3

Dengan menggunakan prosedur yang sama seperti pembuatan peta kendali *p* multiatribut untuk kandang 1, peta kendali *p* multiatribut yang terbentuk untuk proses penetasan telur ayam yang berasal dari kandang 3 adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Peta Kendali *p* Multiatribut Kandang 3.

Peta kendali *p* multiatribut fase I yang ditunjukkan pada *plot* di sisi kiri garis merah Gambar 3 merupakan peta kendali yang sudah direvisi satu kali dengan menghapus tiga pengamatan yang *out of control* untuk mendapatkan peta kendali yang *in control*, dimana batas kendali yang diperoleh sebesar 0.023 untuk UCL dan 0.0088 untuk LCL. Nilai batas kendali tersebut selanjutnya digunakan untuk memantau proses pada fase II. Gambar 3 memberikan kesimpulan yang

sama dengan Gambar 2 bahwa proses penetasan telur ayam yang berasal dari kandang 3 pada fase II menunjukkan adanya pergeseran kualitas proses yang semakin menurun karena proporsi kecacatan telur semakin meningkat dari periode sebelumnya. *Plot* pada fase II menunjukkan bahwa terdapat sebanyak sepuluh pengamatan yang terdeteksi *out of control* sehingga dapat disimpulkan bahwa proses penetasan telur ayam yang berasal dari kandang 3 selama periode bulan April 2018 tidak terkendali secara statistik. Sepuluh pengamatan yang berada di luar batas kendali memiliki nilai  $\delta$  yang diberikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5.  
Nilai  $\delta$  Pengamatan Tidak Terkendali di Fase II untuk Kandang 3

t	Nilai $\delta$	t	Nilai $\delta$
4	0.027	25	0.025
5	0.025	26	0.029
16	0.026	27	0.024
17	0.025	29	0.025
24	0.025	30	0.024

Hasil identifikasi variabel penyebab *out of control* pada sepuluh pengamatan yang tertera pada Tabel 5 menggunakan *marginal control chart* dan peta kendali univariat adalah sebagai berikut.

Tabel 6.  
Hasil Identifikasi Variabel Penyebab *Out of Control* Fase II untuk Kandang 3

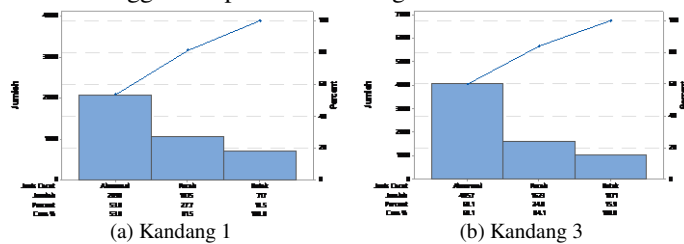
t	Hasil Identifikasi Menggunakan <i>Marginal Control Chart</i>	Hasil Identifikasi Menggunakan Peta Kendali Univariat
4	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
5	X <sub>2</sub>	Tidak teridentifikasi
16	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
17	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
24	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
25	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
26	Tidak teridentifikasi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>
27	X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
29	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
30	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>

Berdasarkan Tabel 6, diketahui bahwa pada pengamatan ke-4, 16, 17, 24, 25, dan 29 teridentifikasi variabel penyebab yang sama ketika melakukan identifikasi menggunakan *marginal control chart* dan peta kendali univariat. Hasil identifikasi pada pengamatan ke-27 menunjukkan bahwa variabel X<sub>2</sub> dan X<sub>3</sub> pada *marginal control chart* teridentifikasi sebagai variabel penyebab *out of control* tetapi variabel X<sub>2</sub> tidak terdeteksi terjadi *out of control* pada peta kendali univariatnya. Hal serupa juga terjadi pada pengamatan ke-30 dimana variabel X<sub>1</sub> dan X<sub>3</sub> teridentifikasi sebagai variabel penyebab *out of control* ketika diidentifikasi menggunakan *marginal control chart* tetapi variabel X<sub>3</sub> tidak terdeteksi terjadi *out of control* pada peta kendali univariatnya. Untuk pengamatan ke-27 dan 30 ini, terjadinya kondisi tidak terkendali pada peta kendali *p* multiatribut diduga diakibatkan oleh interaksi dari dua variabel jenis cacat, yaitu variabel X<sub>2</sub> dengan X<sub>3</sub> untuk pengamatan ke-27 dan variabel X<sub>1</sub> dengan X<sub>3</sub> untuk pengamatan ke-30.

Pada pengamatan ke-26, tidak satupun variabel yang teridentifikasi sebagai variabel penyebab *out of control* karena tidak satupun *marginal control chart* yang menunjukkan kondisi *in control* sehingga diduga bahwa semua variabel jenis cacat yang menjadi penyebabnya. Setelah diidentifikasi menggunakan peta kendali univariat, diperoleh hasil bahwa variabel  $X_1$  dan  $X_3$  terdeteksi terjadi *out of control* namun variabel  $X_2$  masih berada dalam kondisi *in control* pada pengamatan tersebut. Dengan demikian, kondisi *out of control* pada pengamatan ke-26 dapat terjadi sebagai akibat dari interaksi semua variabel jenis cacat.

C. Identifikasi Jenis Cacat Dominan

Diagram Pareto untuk data kecacatan telur selama periode 1 Januari hingga 30 April adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Pareto Kecacatan Telur.

Gambar 4 menunjukkan bahwa jenis cacat telur abnormal memberikan kontribusi terbesar dalam kecacatan telur keseluruhan yang berasal dari kandang 1 dan kandang 3 selama periode 1 Januari hingga 30 April 2018. Selama periode tersebut, ditemukan total 53.8% telur abnormal di kandang 1 dan 60.1% telur abnormal di kandang 3. Hal ini mengindikasikan bahwa pihak perusahaan perlu memprioritaskan jenis cacat telur abnormal untuk ditangani terlebih dahulu sehingga perusahaan dapat meminimumkan kerugian yang terjadi dan dapat menghasilkan bibit ayam (DOC) yang lebih berkualitas di masa mendatang.

Telur abnormal disebabkan oleh empat faktor utama, yaitu metode, material, lingkungan, dan manusia. Pada faktor metode, terjadinya telur abnormal terdiri dari dua sebab, yaitu manajemen *stress* dan manajemen *litter* yang kurang baik. Manajemen stres digunakan untuk meminimumkan *stress* yang ada di sekeliling kandang, dimana *stress* bisa berasal dari lingkungan atau dari pengelola. Sedangkan manajemen *litter* dilakukan untuk menjaga *litter* (alas kandang) tetap dalam kondisi kering dengan cara membalik *litter* secara rutin.

Pada faktor material, diketahui terdapat tiga sebab yang mengakibatkan terjadinya telur abnormal. *Point feed* atau standar jumlah pakan yang diberikan pada induk ayam harus disesuaikan dengan umur ayam saat itu. Pakan yang diberikan harus mengandung kalsium yang tinggi agar telur yang dihasilkan memiliki cangkang yang keras sehingga tidak rentan retak atau pecah. Vitamin dan obat yang diberikan pada induk ayam juga harus sesuai dengan dosis yang dianjurkan agar kondisi kesehatan induk ayam tersebut tetap stabil.

Pada faktor lingkungan terdapat dua penyebab telur abnormal, yaitu suhu di luar kandang dan kebersihan kandang yang kurang terjaga. Namun, suhu di luar kandang merupakan sebab yang tidak bisa dikendalikan karena sistem perkandangan yang digunakan oleh perusahaan adalah *open house*, dimana sistem perkandangan ini hanya mengandalkan

suhu luar dan tidak terdapat sistem kontrol temperatur dan kelembaban dalam kandang.

Abnormalitas telur juga dapat diakibatkan oleh faktor manusia, salah satunya adalah karyawan baru. Karyawan yang masih baru dapat menyebabkan peluang terjadinya *human error* menjadi lebih besar dibandingkan karyawan lama yang sudah berpengalaman. Karyawan baru masih dalam proses pembelajaran karena membutuhkan waktu untuk mempelajari *Standard Operating Procedure* (SOP) yang ditetapkan perusahaan mengenai *maintenance* kandangnya.

Setelah dilakukan peninjauan terhadap penyebab terjadinya telur abnormal, pihak perusahaan perlu melakukan *improvement* pada *maintenance* kandangnya. Pihak perusahaan juga perlu melakukan evaluasi terhadap telur yang retak dan pecah setelah abnormalitas telur sudah ditangani dengan baik. Dengan demikian, pihak perusahaan dapat meminimumkan kecacatan telur secara keseluruhan sehingga dihasilkan telur tetas ayam yang lebih berkualitas di masa mendatang.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Peta kendali *p* multiatribut fase I (periode Januari hingga Maret 2018) menunjukkan bahwa proses penetasan telur ayam yang berasal dari kandang 1 maupun dari kandang 3 belum terkendali secara statistik. Peta kendali *p* multiatribut fase II (periode April 2018) untuk proses penetasan telur ayam yang berasal dari kedua kandang tersebut menunjukkan kualitas proses penetasan telur ayam yang semakin menurun. Dengan kata lain, kecacatan telur yang terjadi pada fase II mengalami peningkatan dari periode sebelumnya sehingga dapat disimpulkan bahwa proses penetasan telur ayam yang berasal dari kandang 1 maupun kandang 3 belum terkendali secara statistik. Setelah dilakukan identifikasi, jenis cacat yang menjadi penyebab dominan proses penetasan telur menjadi tidak terkendali secara statistik adalah jenis cacat abnormal.

Telur abnormal mengindikasikan bahwa *maintenance* kandang yang dilakukan oleh pihak perusahaan masih belum optimal. Oleh karena itu, pihak perusahaan sebaiknya melakukan *improvement* pada *maintenance* kandangnya karena telur abnormal memberikan kontribusi terbesar terhadap banyaknya kecacatan telur yang menyebabkan proses penetasan telur menjadi tidak terkendali secara statistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sukmawati, "Analisis Mutu Proses Penetasan Anak Ayam DOC (Day Old Chick) dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control Pada Mesin Hatchery di PT Reza Perkasa," Surabaya, 2012.
- [2] H. Cahyanto, "Penerapan Peta P Multiatribut Pada Pengontrolan Proses Rolling Plate Baja di PT Gunawan Dianjaya Steel, Tbk," Surabaya, 2016.
- [3] D. Morrison, *Multivariate Statistical Methods*, 3rd ed. New York: Mc Graw Hill Companies, 1990.
- [4] R. A. Johnson and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th ed. Pearson Education, Inc, 2007.
- [5] D. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.
- [6] P. Cozzucoli, "Process Monitoring with Multivariate p-Control Chart," *Int. J. Qual. Stat. Reliab. Vol.*, 2009.
- [7] H. Taleb, "Control Chart Applications for Multivariate Attribute Processes," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 56, pp. 399-410, 2009.