

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK MINYAK ZAITUN MENGGUNAKAN PETA KENDALI *MULTIVARIATE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE* DAN *MULTIVARIATE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING VARIANCE*

Gesti Sintia¹, Noviana Pratiwi²

^{1,2}Jurusan Statistika, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email: gestisintia03@gmail.com

ABSTRAK. Tujuan dari pengendalian adalah untuk mendeteksi penyimpangan yang terjadi agar dapat dilakukan suatu tindakan yang sesuai terhadap proses dan sistem yang digunakan dalam produksi. Perusahaan perlu melakukan pengendalian supaya proses produksi sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan. PT. Herba Emas Wahidatama (HEW) memproduksi berbagai obat tradisional yang salah satunya produk minyak zaitun (*extra virgin olive oil*). Dalam proses produksi ada dua proses yaitu tahap primer dan sekunder, apabila dari kedua tahap tersebut terjadi kesalahan maka akan menghasilkan produk yang cacat sehingga perusahaan perlu melakukan pengendalian. Oleh karena itu, metode yang cocok untuk digunakan adalah peta kendali MEWMA dan MEWMV yang lebih sensitif terhadap pergeseran proses. Hasil analisis menggunakan model MEWMA dan MEWMV diperoleh proses produksi minyak zaitun tidak terkendali secara statistik baik fase I dan II. Model terbaik yang terpilih adalah model peta kendali MEWMA, karena memiliki selisih jarak antara titik pengamatan kamsimum dengan BKA yang lebih kecil yaitu 2,9234 dengan pembobot optimal $\lambda = 0,6$. Pada kemampuan proses produksi minyak zaitun secara multivariat baik terhadap presisi maupun akurasi diperoleh hasil tidak kapabel karena nilai indeks kemampuan proses kurang dari 1.

Kata Kunci: MEWMA, MEWMV, Kemampuan Proses, *Extra Virgin Olive Oil*

ABSTRACT. The aim of control is to identify anomalies so that corrective actions can be taken on the processes and systems in use during development. Companies must maintain control to ensure that the manufacturing process adheres to the company's standards. PT. Herba Emas Wahidatama (HEW) manufactures a variety of traditional medicines, including olive oil (*extra virgin olive oil*). There are two phases in the manufacturing process: primary and secondary. If a mistake happens in both stages, a faulty product will result, so the business must maintain control. MEWMA and MEWMV control maps, which are more sensitive to process changes, are therefore appropriate methods. The results of the study using the MEWMA and MEWMV models revealed that in both phases I and II, the olive oil production process was statistically unregulated. The MEWMA control chart model is the better choice since it has a smaller gap between the highest observation point and the BKA, namely 2,9234, and an optimum weight of = 0,6. The results were not capable in the multivariate ability of the olive oil production process, both for precision and accuracy, since the index value of the processability was less than 1.

Keywords: MEWMA, MEWMV, Process Capability, *Extra Virgin Olive Oil*

1. Pendahuluan

Purbalingga merupakan daerah yang memiliki banyak perusahaan industri, salah satunya ada industri herbal yaitu PT Herba Emas Wahidatama (HEW). Pabrik tersebut merupakan pabrik yang bergerak di bidang industri obat tradisional, makanan dan minuman serta perdagangan. (Wahidatama, 2020).

Dalam dunia industri, kualitas barang yang dihasilkan merupakan faktor yang sangat penting. Barang yang dihasilkan antara lain ditentukan kualitasnya berdasarkan pada pengukuran ataupun penilaian karakteristik-karakteristik tertentu. Hasil pengukuran yang dipakai untuk penentuan kualitas barang harganya berubah-ubah dari produk yang satu ke produk yang lainnya meskipun kondisi proses produksi dapat diusahakan sama (Sudjana, 2002).

Dalam hal ini, PT. Herba Emas Wahidatama (HEW) memproduksi berbagai obat tradisional yang kemudian akan mengirimkan produknya ke HNI sebelum diperjualbelikan ke konsumen. Dalam penelitian ini, dikhususkan untuk produk minyak zaitun (*extra virgin olive oil*).

Dalam proses produksi ada dua proses yaitu tahap primer dan sekunder, karena permintaan minyak zaitun yang relatif tinggi apabila dari kedua tahap tersebut terjadi kesalahan maka akan menghasilkan produk yang cacat disebut *reject* sehingga akan mengalami kerugian maka dilakukan pengendalian kualitas produksi minyak zaitun untuk menekan biaya produksi. Pada proses produksi minyak zaitun bagian yang sering mengalami cacat adalah bagian botol, tutup, label zaitun dan plastik *shrink* 6 cm dan karton.

Peta kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) adalah peta kendali yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya perubahan *mean* kecil dalam proses. Kelebihan dari diagram MEWMA adalah *robust* terhadap asumsi distribusi normal. Pada peta kendali MEWMA dapat digunakan nilai pembobot sama atau tidak sama pada masing-masing karakteristik kualitas. Pemberian nilai pembobot digunakan untuk memboboti variabel-variabel yang dianggap penting sesuai dengan kebutuhan. Menurut Huwang (2007) diagram kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* (MEWMV) digunakan untuk memonitor variabilitas proses tanpa adanya asumsi terjadi perubahan *mean* proses selama pengendalian berlangsung (Putri, 2017)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rata-rata proses sudah terkendali secara statistik atau belum dan *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* untuk mengetahui variabilitas proses sudah terkendali secara statistik atau belum, serta mengetahui kemampuan proses produksi minyak zaitun di PT. Herba Emas Wahidatama Purbalingga.

2. Landasan Teori

2.1 *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* (MEWMV)

Menurut Huwang et al. (2007) diagram kendali MEWMV digunakan untuk memonitor variabilitas proses tanpa adanya asumsi terjadi perubahan *mean* selama pengendalian berlangsung. MEWMV dibentuk dari persamaan berikut:

$$V_m = \omega(x_m - z_m)(x_m - z_m)^T + (1 - \omega)V_{m-1} \quad (2)$$

Dengan V_m merupakan persamaan yang akan digunakan untuk membuat peta kendali MEWMV dan $V_0 = (x_1 - z_1)(x_1 - z_1)^T$. ω merupakan pembobot *smoothing constant* yang bernilai $0 < \omega < 1, 0 < \lambda < 1$. Dan z_m merupakan estimasi untuk perubahan rata-rata proses pada waktu ke m dapat dilihat dari persamaan berikut. (Lowry et al., 1992)

$$z_m = \lambda x_m + (1 - \lambda)z_{m-1} \quad (3)$$

Dengan $z_0 = 0$ dan λ merupakan pembobot yang sudah ditetapkan pada perhitungan nilai ARL dengan simulasi Monte Carlo yang bernilai $0 < \lambda < 1$. C merupakan matriks diagonal berukuran $m \times m$ dengan ω sebagai elemennya. Matriks ini menunjukkan suatu nilai pembobot dari V_m dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C = \begin{bmatrix} (1 - \omega)^{m-1} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \omega(1 - \omega)^{m-2} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & 0 & \omega(1 - \omega) & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \omega \end{bmatrix} \quad (4)$$

Selanjutnya dilakukan substitusi persamaan (2) dan (3) hingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$V_m = \sum_{j=1}^m \omega(1 - \omega)^{m-1} (x_j - z_j)(x_m - z_m)^T + (1 - \omega)^m V_0 \quad (5)$$

$$z_m = \sum_{j=1}^m \lambda(1 - \lambda)^{m-j} x_j$$

$$\begin{aligned} x_m - z_m &= x_m - \sum_{j=1}^m \lambda(1 - \lambda)^{m-j} x_j \\ &= (1 - \lambda)x_m - \lambda(1 - \lambda)x_{m-1} - \cdots - \lambda(1 - \lambda)^{m-1} x_1 \end{aligned} \quad (6)$$

Kemudian dari persamaan (6) dilakukan perhitungan nilai matriks berikut:

$$(X - Z) = (I_m - M)X \quad (7)$$

Dengan I_m adalah matriks identitas berukuran $m \times m$ dan M adalah matriks segitiga bawah berukuran $m \times m$ dengan λ adalah pembobot yang telah ditetapkan

$$M = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & \cdots & 0 \\ \lambda(1-\lambda) & \lambda & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda(1-\lambda)^{m-1} & \cdots & \lambda(1-\lambda) & \lambda \end{bmatrix} \quad (8)$$

Berdasarkan persamaan (7), maka dapat diperoleh.

$$V_m = (X - Z)^T C (X - Z) = X^T (I_m - M)^T C (I_m - M) X = X^T Q X \quad (9)$$

Dimana Q adalah matriks bujur sangkar dengan ukuran $m \times m$

$$Q = (I_m - M)^T C (I_m - M) \quad (10)$$

Berdasarkan persamaan (9), maka akan diperoleh,

$$\begin{aligned} tr(V_m) &= tr(X^T Q X) = tr(Q X X^T) \\ &= \sum_{j=1}^m q_{1j} (\sum_{k=1}^p x_{1k} x_{jk}) + \sum_{j=1}^m q_{2j} (\sum_{k=1}^p x_{2k} x_{jk}) + \cdots + \sum_{j=1}^m q_{mj} (\sum_{k=1}^p x_{mk} x_{jk}) = \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ij} (\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk}) \quad (11) \end{aligned}$$

Pada saat $p = 1$ maka persamaan $tr(V_m)$ akan menjadi persamaan EWMV. Saat proses dalam keadaan terkendali saat ditunjukkan perhitungan untuk mendapatkan $E(tr(V_m))$.

$$\begin{aligned} E(tr(m)) &= \sum_{i=1}^m q_{ij} E(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2) + \sum_{i=1}^m \sum_{j \neq 1}^m q_{ij} E(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk}) \\ &= p \sum_{i=1}^m q_{ii} = p tr(Q) \quad (12) \end{aligned}$$

Nilai $E(tr(V_m))$ akan konvergen ke $E(V_m) = \frac{2(1-\lambda)^2 \Sigma}{2-\lambda}$ untuk $m \rightarrow \infty$ (Huwang, L. et al., 2007), dan perhitungan variansinya dari $tr(V_m)$ adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Var(tr(V_m)) &= [\sum_{i=1}^m q_{ij} \sum_{k=1}^p x_{ik}^2 + 2 \sum_{i=1}^m \sum_{j < 1}^m q_{ij} \sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk}] \\ &= \sum_{i=1}^m q_{ii}^2 Var(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2) + 4 \sum_{i=1}^m \sum_{j < 1}^m q_{ii}^2 Var(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk}) \\ &= 2p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ij}^2 + 4 \sum_{i=1}^m \sum_{j < 1}^m q_{ii}^2 = 2p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ii}^2 \quad (13) \end{aligned}$$

Sehingga dapat ditunjukkan batasan kendali untuk setiap n berdasarkan $tr(V_n)$ yang diberikan oleh:

$$E[tr(V_m)] \pm L \sqrt{Var[tr(V_m)]} = p tr(Q) \pm \sqrt{2p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ij}^2} \quad (14)$$

Dengan L merupakan konstanta yang bergantung pada nilai ω (*smoothing constant*) dan λ yang telah ditentukan sebelumnya.

2.2 Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)

Diagram kendali MEWMA merupakan pengembangan dari peta kendali EWMA yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya mean proses yang kecil secara multivariat. Kelebihan peta kendali MEWMA adalah *robust* terhadap asumsi distribusi normal (Montgomery, 2009). Adapun perumusan peta kendali MEWMA adalah sebagai berikut:

$$z_j = \lambda x_j + (1 - \lambda) z_{j-1} \quad (15)$$

Titik pengamatan yang akan diplot pada peta kendali adalah sebagai berikut:

$$T^2 = z_j' \Sigma^{-1} z_j \quad (16)$$

dimana matriks varian dan kovarian sebagai berikut,

$$\Sigma_{z_j} = \frac{\lambda}{2-\lambda} [1 - (1-\lambda)^{2j}] \Sigma \quad (17)$$

Dengan Σ merupakan matriks varian kovarian dari data. Nilai Batas Kendali Atas dalam peta kendali MEWMA dinyatakan dalam H. Nilai H diperoleh berdasarkan nilai pembobot λ yang telah ditentukan oleh Prabhu & Runger (1997) pada hitungan nilai ARL. Proses dikatakan terkendali apabila nilai pengamatan lebih kecil dari batas kendali atau $T_j^2 > H$ (Harianja, 2016).

2.3 Kemampuan Proses

Kapabilitas proses merupakan suatu pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi keseluruhan proses. Adapun perumusan sebagai berikut:

$$\hat{C}_p(X_i) = \frac{BSA_{X_i} - BSB_{X_i}}{6\hat{\sigma}_{X_i}} \quad (17)$$

$$\hat{C}_{PK}(X_i) = \text{Min} \left\{ \frac{BSA_{X_i} - \hat{\mu}_{X_i}}{3\hat{\sigma}_{X_i}}, \frac{\hat{\mu}_{X_i} - BSB_{X_i}}{3\hat{\sigma}_{X_i}} \right\} \quad (18)$$

$$\hat{C}_{PM}(X_i) = \frac{BSA_{X_i} - BSB_{X_i}}{6\sqrt{\hat{\sigma}_{X_i}^2 + (\hat{\mu}_{X_i} - T_{X_i})^2}} \quad (19)$$

Selanjutnya, indeks nilai kemampuan proses secara multivariat didapatkan dengan cara sebagai berikut:

$$MC_P = \sum_{i=1}^p W_i C_P(X_i) \quad (20)$$

$$MC_{PK} = \sum_{i=1}^p W_i C_{PK}(X_i) \quad (21)$$

$$MC_{PM} = \sum_{i=1}^p W_i C_{PM}(X_i) \quad (22)$$

3. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari PT Herba Emas Wahidatama Purbalingga untuk data jumlah cacat produk minyak zaitun pada 4 Januari 2020 sampai 14 Oktober 2020 untuk *shift* pagi dan siang sebanyak 132 pengamatan. Dari 132 pengamatan tersebut akan dibagi menjadi dua fase yaitu fase I untuk periode 4 Januari sampai 24 Juni 2020 sebanyak 67 pengamatan. Sedangkan fase II untuk periode bulan 24 Juni 2020 sampai 14 Oktober 2020 sebanyak 65 pengamatan. Objek penelitian yang digunakan adalah data sekunder mengenai banyaknya cacat untuk masing-masing karakteristik kualitas dan kode *batch*. Penelitian ini menggunakan lima variabel, terdiri dari variabel atau karakteristik kualitas cacat botol zaitun (x_1), cacat tutup zaitun (x_2), cacat label zaitun (x_3), plastik *shrink* 6 cm (x_4) dan karton zaitun (x_5) dari tiap pengamatan per kode *batch*. Adapun langkah penelitian sebagai berikut:

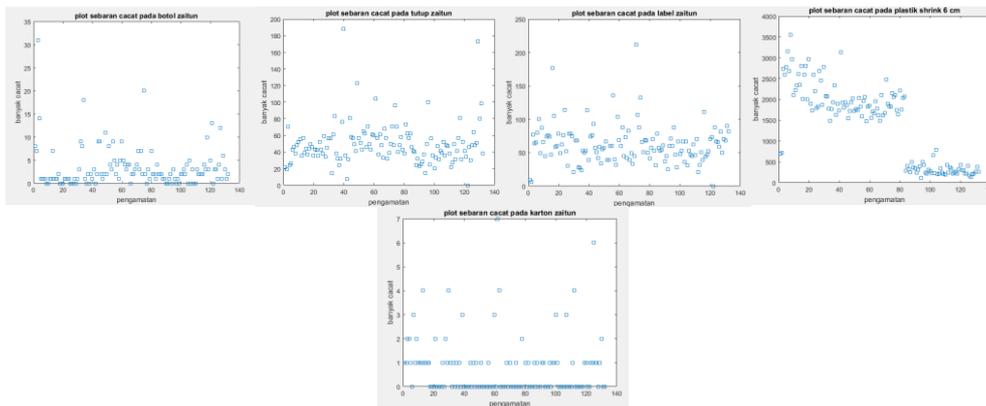
1. Mengumpulkan dan memilih data
2. Melakukan analisis deskriptif pada variabel kualitas cacat pada produk minyak zaitun
3. Melakukan analisis faktor untuk mendapatkan variabel yang lebih sederhana menggunakan metode PCA (*Principal Component Analysis*)
4. Melakukan pengujian dan pemeriksaan asumsi multivariat normal, seperti pada persamaan
5. Melakukan uji korelasi antar variabel kualitas, seperti pada persamaan
6. Melakukan pengendalian variabilitas proses peta kendali MEWMV
7. Melakukan pengendalian rata-rata proses dengan peta kendali MEWMA
8. Mengidentifikasi penyebab terjadinya proses tidak terkendali
9. Memilih model yang terbaik
10. Menganalisis kemampuan proses
11. Menarik kesimpulan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Statistika Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk melihat gambaran umum dari kedua data yang digunakan yaitu data banyaknya cacat pada masing-masing karakteristik periode Januari-Desember 2017 dan data air periode 4 Januari 2020 sampai 14 Oktober 2020.

Berdasarkan Gambar 1 sebaran banyaknya cacat pada botol zaitun, tutup zaitun, label zaitun, plastik *shrink* 6 cm, dan karton zaitun pada produk minyak zaitun cenderung dalam keadaan naik turun tidak tetap atau fluktuatif.



Gambar 1. Plot sebaran banyak cacat pada masing-masing karakteristik produk minyak zaitun

4.2 Analisis Faktor

Dengan menggunakan metode PCA dibantu dengan *software* SPSS, diperoleh bahwa terbentuk dua komponen. Adapun komponen yang terbentuk sebagai berikut:

Tabel 1 Komponen yang terbentuk

Kualitas	Komponen	
	1	2
botol	-.050	.809
tutup	.165	.736
label	.799	.061
plastik6cm	.772	.049

Tabel 1 menunjukkan bahwa faktor yang terbentuk ada dua komponen utama. Komponen 1 terdiri dari karakteristik kualitas label dan plastik *shrink* 6 cm. sedangkan komponen 2 terdiri dari karakteristik kualitas botol dan tutup. Namun, dari kedua komponen tersebut komponen. Oleh karena itu, untuk analisis pengendalian kualitas produksi minyak zaitun menggunakan komponen 1 dengan kualitas label dan plastik *shrink* 6 cm.

4.3 Uji Normalitas

Uji Normalitas Fase I

Berdasarkan perhitungan nilai jarak mahalanobis diperoleh informasi bahwa terdapat 36 data yang nilai $d_1^2 \leq X^2_{(2, \frac{j-0.5}{67})}$ dari 67 data atau pengamatan sebesar 0,53713 atau 53,713%. Nilai tersebut lebih dari 50% sehingga karakteristik kualitas label zaitun dan plastik *shrink* 6 cm pada fase I berdistribusi normal.

Uji Normalitas Fase II

Berdasarkan perhitungan nilai jarak mahalanobis diperoleh informasi bahwa terdapat 42 data yang nilai $d_1^2 \leq X^2_{(2, \frac{j-0.5}{65})}$ dari 65 data atau pengamatan sebesar 0,646154 atau 64,6154%. Nilai tersebut lebih dari 50% sehingga karakteristik kualitas label zaitun dan plastik *shrink* 6 cm pada fase II berdistribusi normal.

4.4 Uji Korelasi

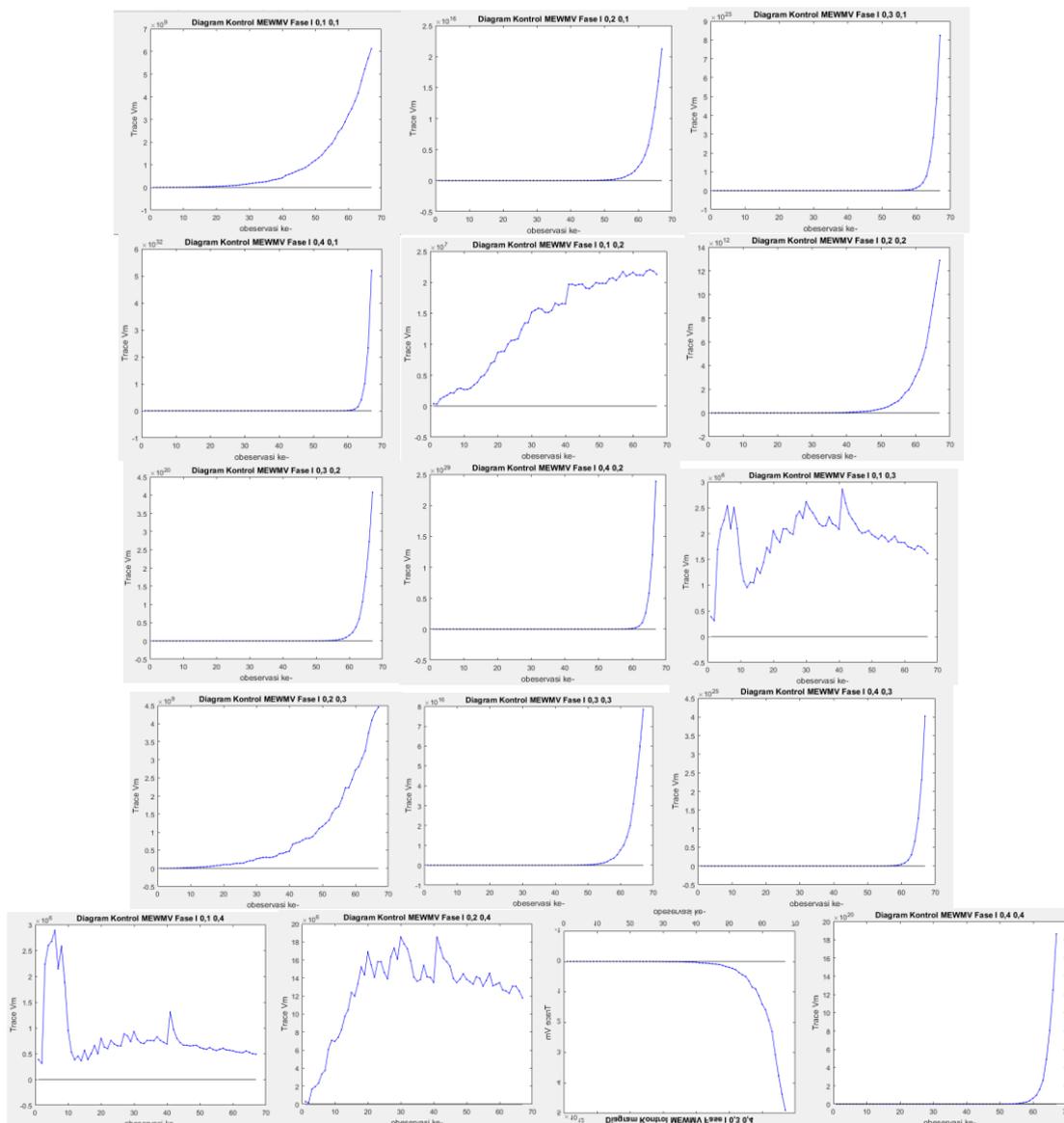
Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan uji korelasi untuk fase I dan fase II. Berdasarkan tabel tersebut terdapat korelasi antar variabel baik fase I maupun fase II karena nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{(0,05, \frac{1}{2}2(2-1))}$

Tabel 2. Perhitungan Uji Korelasi

Fase II		
χ^2_{hitung}	$\chi^2_{(0,05, \frac{1}{2}(2-1))}$	Keterangan
6,869093	3,84146	Ada korelasi
Fase II		
χ^2_{hitung}	$\chi^2_{(0,05, \frac{1}{2}(2-1))}$	Keterangan
7,24753	3,84146	Ada korelasi

4.5 Peta Kendali MEWMV

Penerapan peta kendali MEWMV dilakukan untuk pengontrolan variabilitas pada variabel label zaitun dan plastik *shrink* 6 cm. Menurut Huwang (2007) bahwa nilai bobot ω dan λ yang kurang dari sama dengan 0,4. Gambar 2 berikut menunjukkan hasil peta kendali MEWMV fase I untuk semua kombinasi pembobot menggunakan *software* MATLAB.



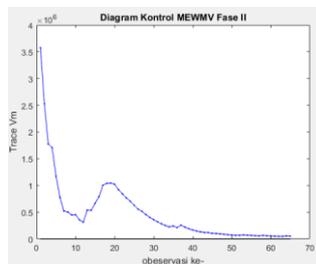
Gambar 2 Peta Kendali MEWMV Fase I

Gambar 2 menunjukkan bahwa dari kombinasi pembobot diperoleh hasil bahwa semua pengamatan keluar dari batas kendali sehingga tidak terkendali secara statistik. berdasarkan kombinasi pembobot tersebut diperoleh pembobot optimal adalah pembobot $\lambda = 0,1$ dan $\omega = 0,3$. Dapat dilihat pada Tabel 3 yang merupakan hasil perhitungan selisish titik $tr(Vm)$ maksimum - BKA maksimum.

Tabel 3. hasil perhitungan selisish titik $tr(Vm)$ maksimum - BKA maksimum.

λ	ω	L	BKA maksimum	$tr(Vm)$ maksimum	$tr(Vm)$ maksimum - BKA maksimum
0,1	0,1	2,8725	811,4826	6,12E+09	6121099189
0,2		2,8738	6,35E+09	2,12E+16	2,1213E+16
0,3		2,88	4,1E+17	8,25E+23	8,2492E+23
0,4		2,8838	3,8E+26	5,2E+32	5,2021E+32
0,1	0,2	3,4725	7,2455	22034000	22033992,75
0,2		3,4775	4458200	1,29E+13	1,2889E+13
0,3		3,485	2,34E+14	4,08E+20	4,0796E+20
0,4		3,4975	2,02E+23	2,39E+29	2,3872E+29
0,1	0,3	3,8675	7,8854	2855500	2855492,115
0,2		3,8725	1680,3	4,45E+09	4453898320
0,3		3,88	4,9E+10	7,84E+16	7,8397E+16
0,4		3,885	3,7E+19	4,02E+25	4,0217E+25
0,1	0,4	4,1625	8,3633	2888700	2888691,637
0,2		4,1675	8,3277	18536000	18535991,67
0,3		4,1788	3245600	4,89E+12	4,8943E+12
0,4		4,1875	1,82E+15	1,86E+21	1,8631E+21

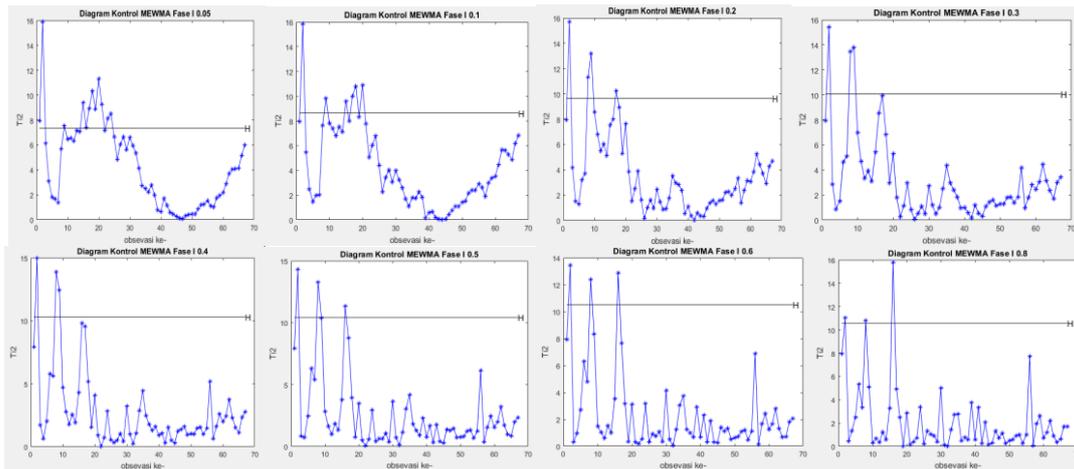
Setelah diperoleh pembobot optimal selanjutnya mmebuat peta kendali MEWMV fase II menggunakan pembobot optimal yang sudah diperoleh di fase I. Gambar 3 menunjukkan hasil peta kendali MEWMV Fase II yang diperoleh bahwa belum terkendali secara statistik.



Gambar 3 Peta Kenadi MEWMV Fase II

4.6 Peta Kendali MEWMA

Peta kendali MEWMA digunakan untuk mendeteksi pergeseran rata-rata proses yang kecil. Berikut Gambar 4 yang meunjukkan hasil peta kendali MEWMA fase I menggunakan *software* MATLAB yang menghasilkan tidak terkendali secara statistik.



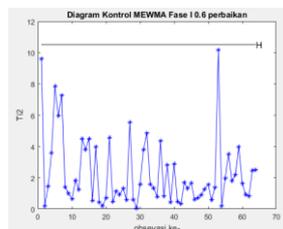
Gambar 4 Peta Kendali MEWMA Fase I

Tabel 4 menunjukkan perhitungan T^2 Maksimum – BKA untuk menentukan pembobot optimal. Berdasarkan Tabel 4 diperoleh tabel optimal adalah $\lambda = 0,6$ dengan $H = 10,52$.

Tabel 4 perhitungan T^2 Maksimum – BKA

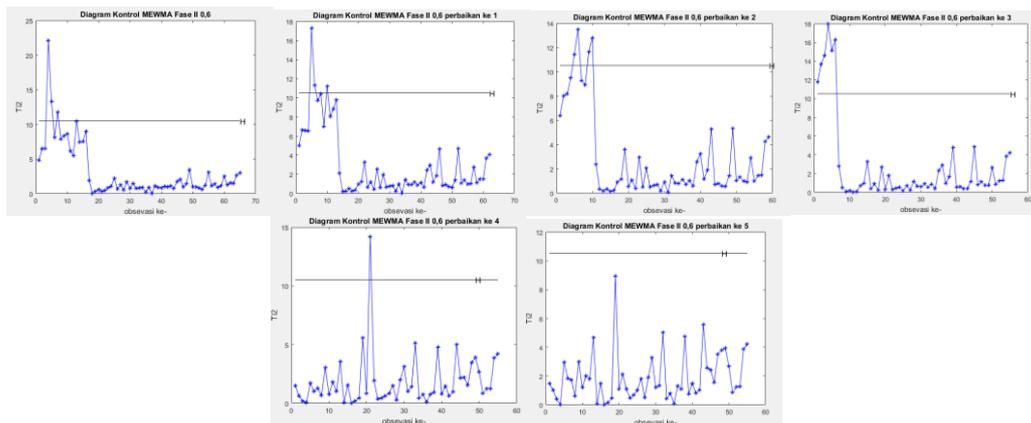
λ	BKA (H)	Banyak Titik Keluar	T^2 Maksimum	T^2 Maksimum – BKA
0,05	7,35	12	15,8925	8,5425
0,1	8,64	6	15,8595	7,2195
0,2	9,65	4	15,7107	6,0607
0,3	10,08	3	15,4258	5,3458
0,4	10,31	3	14,9721	4,6621
0,5	10,44	3	14,319	3,879
0,6	10,52	3	13,4434	2,9234
0,8	10,58	3	15,7841	5,2041

Gambar 5 berikut merupakan peta kendali fase I dengan pembobot optimal yang sudah terkendali secara statistik.



Gambar 5 Peta Kendali MEWMA Fase I perbaikan

Setelah dilakukan pengontrolan rata-rata proses fase I maka selanjutnya dilakukan pengontrolan rata-rata proses fase II dengan menggunakan pembobot optimal tersebut. Gambar 6 merupakan peta kendali MEWMA fase II sampai diperoleh peta kendali yang terkendali secara statistik. Proses terkendali secara statistik pada peta kendali MEWMA fase II perbaikan ke 5.



Gambar 6 Peta Kendali MEMWA Fase II dan Perbaikan

4.7 Memilih Model Terbaik

Penerapan peta kendali untuk pengendalian kualitas produksi minyak zaitun telah dilakukan dengan menggunakan peta kendali MEWMA dan MEWMV. Model pengendalian kualitas terbaik dapat dilihat dari selisih antara titik pengamatan dengan batas kendali atas maksimum yang paling kecil dari diagram yang belum terkendali dengan pembobot optimal. Berdasarkan Tabel 5 diperoleh model pengendalian kualitas terbaik adalah peta kendali MEWMA.

Tabel 5 Selisih Antara Titik Pengamatan Dengan Batas Kendali Atas Maksimum

Metode	Pembobot	$T^2 / Tr(V_m)_{maks.}$	BKA	Jarak/Selisih	Titik keluar
MEWMA	$\lambda = 0,6$	13,4434	10,52	2,9234	3
MEWMV	$\lambda=0,1$ dan $\omega = 0,3$	2855500	7,8854	2855492,115	67

4.8 Kemampuan Proses

Setelah didapatkan peta kendali yang terbaik, maka selanjutnya adalah mengukur kapabilitas atau kemampuan proses produksi minyak zaitun. Berdasarkan Tabel 6 diperoleh bahwa kemampuan proses produksi minyak zaitun fase I secara multivariat belum berjalan baik terhadap presisi, akurasi dan gabungan presisi dan akurasi karena nilai indek kurang dari 1. Sedangkan pada fase II untuk kemampuan terhadap presisi sudah berjalan baik, namun untuk kemampuan terhadap akurasi dan gabungan terhadap presisi dan akurasi belum berjalan baik karena kurang dari 1.

Tabel 6 Hasil Analisis Kemampuan Proses Fase I dan II

Fase I						
Variabel	\hat{C}_P	\hat{C}_{PK}	\hat{C}_{PM}	MC_P	MC_{PK}	MC_{PM}
Label zaitun	0,4789	-0,1304	0,0329	0,6166	0,2706	0,0798
Plastik <i>shrink</i> 6 cm	0,7542	0,6715	0,1266			
Fase II						
Variabel	\hat{C}_P	\hat{C}_{PK}	\hat{C}_{PM}	MC_P	MC_{PK}	MC_{PM}
Label zaitun	0,5697	-0,2628	0,0256	2,0493	-1,4239	0,0128
Plastik <i>shrink</i> 6 cm	3,5289	-2,5849	0,00006			

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa proses produksi dari segi pengontrolan rata-rata proses dan variabilitas proses fase I maupun II belum terkendali secara statistik. Namun, model yang baik untuk pengendalian kualitas proses produksi minyak zaitun

yaitu peta kendali MEWMA. Kemampuan proses produksi minyak zaitun masih belum berjalan dengan baik, namun pada fase II kemampuan terhadap presisi sudah berjalan baik.

Ucapan Terima Kasih

Penyusunan tulisan ini mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak, sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penulis ingin terima kasih kepada seluruh dosen dan pimpinan Jurusan Statistika Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang telah memberikan, serta PT. Herba Emas Wahidatama yang telah memberikan izin dan bantuan untuk memperoleh data yang diperlukan.

Daftar Pustaka

- Amyari, Agus, 1979. Manajemen Pengendalian Produksi. Penerbit BPFE Yogyakarta, Yogyakarta
- Harianja, DM., 2016, Analisis Pengendalian Kualitas Tetes Pg Kremboong Sidoarjo Menggunakan Peta Kendali MEWMA Dan MEWMV, ITS, Surabaya
- Huwang, L., et al, 2007, *Monitoring Multivariate Process Variability For Individual Observations*, *Journal Of Quality Technology*, 39(3), 258-278, Taiwan
- Montgomery, DC., 2009, *Introduction To Statistical Quality Control (6th Ed)*, John Wiley And Sons, Inc, New York
- Putri, AC., 2017, Penerapan Peta Kendali Multivariat *Regression Adjusted* Pada Proses Penggilingan Akhir Produk Semen Ppc di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, ITS, Surabaya.