

Pengendalian Kualitas Produk Tuna Kaleng di PT. X Menggunakan Peta Kendali Multivariat

Dwita Bening Safitri dan Muhammad Mashuri

Departemen Statistika, Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: m_mashuri@statistika.its.ac.id²

Abstrak—Produk tuna kaleng merupakan produk yang paling sering diproduksi oleh PT. X. Meskipun perusahaan telah berupaya menjaga kualitas produknya, namun pengendalian yang dilakukan tersebut masih berupa pengendalian secara deskriptif. Dalam penelitian ini pengendalian kualitas yang dilakukan menggunakan empat variabel karakteristik kualitas, yaitu histamin, kadar garam, pH, dan vakum. Pengendalian kualitas secara multivariat dilakukan dengan menggunakan peta kendali T^2 -hotelling dan Improved Generalized Variance. Pengendalian kualitas proses produksi tuna kaleng pada fase I sudah terkendali secara statistik dalam varians prosesnya, namun belum terkendali dalam rata-rata prosesnya. Dengan menggunakan batas kendali pada fase I didapatkan pengendalian kualitas proses produksi tuna kaleng pada fase II dalam varians dan rata-rata prosesnya belum terkendali secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi pergeseran baik dalam varians maupun rata-rata proses produksi tuna kaleng pada fase II. Selain itu juga didapatkan bahwa proses belum kapabel.

Kata Kunci—Improved Generalized Variance, Pengendalian Proses, PT. X, T^2 -hotelling

I. PENDAHULUAN

PT. X merupakan salah satu perusahaan ikan tuna kaleng di Indonesia yang sebagian besar produknya diekspor ke negara Jepang, Eropa, Timur Tengah, Kanada, dan Australia [1]. Masing-masing negara tersebut memiliki standar kualitas yang harus dipenuhi, sehingga perusahaan harus mampu menghasilkan produk sesuai dengan permintaan pelanggan. Perusahaan dituntut untuk senantiasa mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan agar kepuasan pelanggan dapat tercapai. Selain itu, peningkatan kualitas perlu dilakukan karena sangat membantu perusahaan dalam meningkatkan produktivitas, penurunan *rework*, bahan yang terbuang, dan biaya garansi [2].

Produk tuna kaleng untuk *human food* merupakan produk yang paling sering diproduksi oleh PT. X. Permintaan yang tinggi menyebabkan kebutuhan bahan baku ikan tuna yang digunakan juga semakin meningkat. Namun ketersediaan bahan baku hanya dapat diperoleh dari nelayan dalam skala kecil. Hal ini mempengaruhi variansi dari bahan baku yang digunakan, sehingga perlu dilakukan suatu pengendalian kualitas proses. Pengendalian kualitas proses yang dilakukan perusahaan masih berupa pengendalian secara deskriptif, yaitu dengan menghitung nilai minimum dari beberapa sampel

dalam satu kali produksi. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu pengendalian kualitas secara statistik agar didapatkan proses produksi yang terkendali sehingga dapat menghasilkan produk sesuai permintaan pelanggan.

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Mahendran [3] yang menyatakan bahwa kadar histamin ikan tuna di PT. Maya Muncar sudah terkendali secara statistik menggunakan peta kendali univariat. Namun sekitar 23,55% bahan baku tuna berada pada wilayah antara batas kontrol atas dan batas spesifikasi atas sehingga hal ini bisa menjadi peringatan dini bagi perusahaan untuk segera melakukan perbaikan proses. Selain itu kapabilitas proses yang dihasilkan masih belum kapabel. Sedangkan Devi, dkk [4] menemukan bahwa produksi pengolahan ikan pelagis beku di PT. Perikanan Nusantara (Persero) Cabang Benoa Bali belum terkendali secara statistik menggunakan peta kendali univariat.

Dalam penelitian ini pengendalian kualitas produk akhir tuna kaleng diukur menggunakan empat variabel karakteristik kualitas, yaitu histamin, kadar garam, pH, dan vakum. Karena keempat variabel yang digunakan saling berhubungan serta data penelitian merupakan pengamatan individu maka metode yang digunakan adalah peta kendali *Improved Generalized Variance* dan T^2 -hotelling. Pengukuran dilakukan pada periode Januari 2017 sampai September 2017 menggunakan dua fase dengan tujuan mengevaluasi kualitas proses pada periode tersebut serta melihat adanya pergeseran proses yang terjadi. Selain itu juga akan dilakukan analisis kapabilitas untuk mengukur kemampuan proses yaitu produk sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan atau belum. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi PT. X agar dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Peta Kendali Improved Generalized Variance

Improved Generalized Variance merupakan peta kendali multivariat dengan pengamatan individu atau subgrup $n=1$ untuk mengendalikan variabilitas proses [5]. Nilai statistik pada peta kendali *Improved Generalized Variance* berdasarkan nilai *frobenius norm* adalah sebagai berikut.

$$F = \sqrt{\text{Tr}(\mathbf{D}^2)} \quad (1)$$

dimana $\mathbf{D} = \mathbf{SS}_{k+1} - \mathbf{SS}_k$

SS_k adalah matriks varians kovarians yang didapatkan dari HDS (*Historical Data Set*) dan SS_{k+1} didapatkan dari ADS (*Augmented Data Set*) yang dituliskan sebagai berikut [6].

$$SS_k = (m-1)S_k \tag{2}$$

$$SS_{k+1} = (m+k-1)S_{k+1} \tag{3}$$

Batas kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) untuk peta kendali *Improved Generalized Variance* adalah

$$BKA = C\chi_{(\alpha, v)}^2 \tag{4}$$

dengan $C = \frac{Tr(S_k^2)}{Tr(S_k)}$ dan $v = \frac{\{Tr(S_k)\}^2}{Tr(S_k^2)}$

$$BKB = 0 \tag{5}$$

Jika nilai F melewati nilai BKA dan BKB maka dapat dikatakan proses tidak terkendali.

B. Peta Kendali T^2 -hotelling

Pengendalian kualitas statistik dengan peta kendali T^2 -hotelling digunakan jika memiliki dua atau lebih karakteristik kualitas yang saling berhubungan [7]. Statistik uji yang digambarkan pada peta kendali T^2 -hotelling untuk data individu adalah sebagai berikut.

$$T_i^2 = (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j)^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j) \tag{6}$$

Keterangan:

\mathbf{x}_{ij} = Vektor pengamatan ke- i variabel kualitas ke- j

$\bar{\mathbf{x}}_j$ = Vektor rata-rata pengamatan variabel kualitas ke- j

\mathbf{S}^{-1} = Invers, matriks varians kovarians dengan *successive difference* peta kendali T^2 -hotelling individu dihitung dengan rumus

$$\mathbf{S} = \frac{1}{2} \frac{\mathbf{V}\mathbf{V}}{(m-1)} \tag{7}$$

dimana

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}'_1 \\ \mathbf{v}'_2 \\ \vdots \\ \mathbf{v}'_{m-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1)' \\ (\mathbf{x}_3 - \mathbf{x}_2)' \\ \vdots \\ (\mathbf{x}_{i+1} - \mathbf{x}_i)' \end{bmatrix}, i = 1, 2, \dots, m-1$$

\mathbf{V}_i adalah vektor selisih antara vektor data ke- i dan vektor data ke- $i+1$ dan m adalah banyaknya pengamatan. Batas kendali untuk peta kendali T^2 -hotelling dengan pengamatan individu pada fase I adalah sebagai berikut.

$$BKA = \frac{(m-1)^2}{m} \beta_{\left(\alpha, \frac{p}{2}, \frac{(m-p-1)}{2}\right)} \tag{8}$$

$$BKB = 0 \tag{9}$$

Keterangan:

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

p = Banyaknya karakteristik kualitas ($j = 1, 2, \dots, p$)

m = Banyaknya pengamatan

C. Identifikasi Penyebab Out of Control

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mende-
teksi sinyal tidak terkontrol adalah menguraikan statistik T^2
kedalam komponen-komponen yang menunjukkan kontribusi
dari masing-masing variabel individual, yang dapat dituliskan
sebagai berikut [7].

$$d_j = T_i^2 - T_{(j)}^2 \tag{10}$$

Keterangan:

d_j = Indikator dari kontribusi relatif variabel ke- j untuk
keseluruhan statistik.

T_i^2 = Nilai statistik uji

$T_{(j)}^2$ = Nilai statistik uji tanpa variabel proses ke- j

Jika $d_j > \chi_{(\alpha, 1)}^2$ maka variabel ke- j tersebut adalah
penyebab *out of control*.

D. Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses bertujuan untuk menaksir
kemam-puan proses, yaitu produk sudah memenuhi spesifikasi
yang ditentukan atau belum. Berdasarkan standar 3-sigma,
suatu proses dikatakan kapabel apabila memiliki indeks
kapabilitas le-bih dari 1,33. Perhitungan indeks P_p
menggunakan rumus seba-gai berikut.

$$P_p = \frac{BSA - BSB}{6s} \tag{11}$$

dimana s dapat dihitung menggunakan rumus

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \tag{12}$$

Tingkat kemampuan untuk P_{pk} dihitung dengan rumus sebagai
berikut.

$$P_{pk} = \min\left(\frac{BSA - \mu}{3s}, \frac{\mu - BSB}{3s}\right) \tag{13}$$

Perhitungan indeks P_p dan P_{pk} untuk data multivariat dapat
dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$MP_{pk} = \sum_{j=1}^p W_j P_{pk}(X_j) \tag{14}$$

$$MP_p = \sum_{j=1}^p W_j P_p(X_j) \tag{15}$$

Nilai permbobot W_j disesuaikan dengan pembobot dari
masing-masing variabel yang ditentukan oleh perusahaan. Jika
tidak ada ketentuan maka pembobot dapat dianggap sama de-
ngan membagi nilai 1 dengan jumlah variabel pengamatan [8].

E. Proses Produksi Produk Tuna Kaleng

Proses produksi produk tuna kaleng melalui beberapa
tahapan. Pertama, bahan baku yang diperoleh dari nelayan
dila-kukan proses pemisahan berdasarkan jenis dan ukuran
ikan, kemudian disimpan di *clod storage*. Sistem penyimpanan
yang digunakan adalah FIFO (*First In First Out*) sehingga ikan
yang masuk lebih dahulu juga akan digunakan terlebih dahulu.
Kedua, ikan yang akan digunakan dalam proses produksi

selanjutnya akan memasuki tahapan pelelehan (*defrost*) yang bertujuan untuk memudahkan pada proses pemotongan (*cutting*). Pada tahapan *cutting*, dilakukan pemotongan ikan yang berfungsi untuk membersihkan atau memisahkan jeroan ikan serta benda asing lainnya. Selanjutnya ikan melalui tahapan pemasakan (*cooking*) yang bertujuan untuk memperlambat proses bekerjanya mikroba. Untuk mengurangi kegosongan pada saat proses *cooking*, maka dilakukan penyemprotan air (*showering*) sebelum ikan memasuki tahapan *cooling*. Tahapan pendinginan (*cooling*) bertujuan untuk menurunkan temperatur ikan hingga mencapai 40°C-45°C. Setelah itu ikan akan melalui dua tahapan pembersihan, yaitu tahap pembersihan awal (*pre-cleaning*) dan tahap pembersihan (*cleaning*). Tujuan *pre-cleaning* adalah menghilangkan bagian kepala, tulang bagian tengah, ekor, punggung, dan mengerik bagian kulit luar, sedangkan tujuan *cleaning* yaitu membersihkan sisa-sisa kulit, duri yang masih menempel, serta memisahkan antara daging putih (*loin*) dan daging merah. Tahapan selanjutnya yaitu pengemasan (*packing*) yaitu proses pengisian daging ikan kedalam kaleng maupun kantung (*pouch*). Daging ikan akan dimasukkan secara otomatis oleh mesin *filling* dan diperiksa beratnya menggunakan *check weigher*. Daging ikan yang telah diisikan kedalam kaleng akan diberi bumbu (*seasoning*) melalui kran-kran yang terdapat pada tangki penampungan. Kemudian dilakukan tahapan *exhausting* atau *seaming* yaitu proses penghampaan dan penutupan kaleng yang dilakukan secara otomatis agar mencegah masuknya bakteri. Selain itu untuk mencegah tumbuhnya spora patogen dan bakteri lainnya dilakukan tahapan sterilisasi sehingga produk aman serta mempunyai umur simpan yang panjang. Sebelum memasuki tahap inkubasi, produk terlebih dahulu diberi kode produksi, tanggal produksi, dan tanggal kadaluarsa dengan menggunakan mesin *jet print*. Kemudian kaleng produk akan disusun pada *pallet* dan diinkubasi selama 7 hari. Inkubasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk benar-benar aman. Setelah tahap sterilisasi, terlebih dahulu dilakukan *quality control* menggunakan sinar X (*X-ray*) serta pengujian laboratorium pada beberapa sampel produk akhir. Terdapat dua pengujian laboratorium yang dilakukan yaitu uji laboratorium fisika dan uji laboratorium kimia. Tindakan koreksi yang dilakukan yaitu melakukan pemisahan terhadap produk yang berada diluar standar dengan produk yang bagus untuk selanjutnya dianalisa. Jika setelah diperiksa dan tidak ada variabel yang melewati batas spesifikasi maka produk akan disimpan di bagian *warehouse* untuk selanjutnya akan dikirim ke *buyer* [1].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari data *open can* produk akhir tuna kaleng. Data merupakan sampel yang diukur setiap kali melakukan produksi sesuai keinginan pelanggan atau *buyer*. Sampel yang diukur adalah produk akhir tuna kaleng yang diambil setelah proses sterilisasi di bagian *retort*. Periode data yang digunakan mulai dari bulan Januari 2017 – September 2017. Data dibagi kedalam 2 fase yaitu fase I adalah data periode bulan Januari

2017 – Juli 2017, sedangkan fase II adalah data periode bulan Agustus 2017 – September 2017. Data terdiri dari beberapa variabel karakteristik kualitas produk akhir tuna kaleng yaitu vakum, pH, kandungan garam, dan histamin.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1.
Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan	Spesifikasi
X ₁	Vakum	cmHg	8 – 16cmHg
X ₂	pH	-	5,6 – 6,5
X ₃	Kandungan garam	%	0,8 – 1%
X ₄	Histamin	ppm	≤ 30 ppm

Keempat variabel merupakan variabel yang diukur dalam pengendalian kualitas produk akhir tuna kaleng yang saling berhubungan. Semakin tinggi kevakuman maka semakin rendah tingkat pH, semakin rendah tingkat pH menyebabkan semakin tinggi kandungan garam. Apabila kandungan garam tinggi maka akan menurunkan kandungan histamin.

C. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan eksplorasi data
2. Melakukan pengujian asumsi korelasi antar variabel dan asumsi normal multivariat
3. Melakukan analisis menggunakan peta kendali *Improved Generalized Variance* untuk memeriksa variabilitas proses
4. Melakukan analisis menggunakan peta kendali *T²-hotelling* untuk memeriksa *mean* proses
5. Mengidentifikasi faktor penyebab variabel *out of control* menggunakan diagram ishikawa
6. Melakukan analisis kapabilitas proses
7. Melakukan interpretasi serta mengambil kesimpulan dan saran

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif keempat variabel karakteristik kualitas produk akhir tuna kaleng pada fase I dan fase II disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2.
Deskripsi Karakteristik Kualitas Fase I

Variabel	Mean	Varians	Min	Maks
Vakum	30,080	10,687	23,000	38,000
pH	5,875	0,002	5,780	5,960
Kandungan garam	0,875	0,002	0,790	0,990
Histamin	5,860	13,225	1,000	17,000

Tabel 3.
Deskripsi Karakteristik Kualitas Fase II

Variabel	Mean	Varians	Min	Maks
Vakum	23,409	22,348	16,000	32,000
pH	5,847	0,001	5,750	5,880

Kandungan garam	0,885	0,003	0,810	0,980
Histamin	7,909	14,944	2,000	14,000

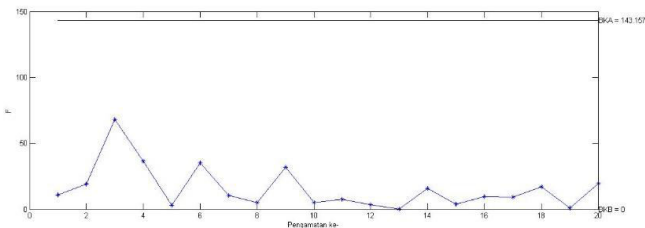
Pada Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa variabel vakum memiliki nilai rata-rata yang paling besar pada fase I maupun fase II. Hal ini diperkuat dengan adanya nilai pada variabel vakum yang berada diluar batas spesifikasi perusahaan. Variabel vakum juga memiliki nilai variansi yang paling tinggi pada fase I maupun fase II, yang berarti variabel vakum mempunyai variansi yang paling heterogen dibandingkan ketiga variabel karakteristik lainnya. Selain itu juga dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan rata-rata yang cukup besar pada variabel karakteristik kualitas antara fase dan fase II. Hal ini mengindikasikan terjadi pergeseran rata-rata proses pada produk akhir tuna kaleng pada fase I dan fase II. Rata-rata variabel vakum dan pH pada fase I cenderung lebih besar dibandingkan pada fase II. Sebaliknya rata-rata variabel kandungan garam dan histamin pada fase I mengalami peningkatan jika dibandingkan pada fase II.

B. Pengendalian Kualitas Proses Produksi Tuna Kaleng Pada Fase I

Dalam melakukan analisis pengendalian kualitas proses produksi tuna kaleng maka terlebih dahulu dilakukan pengujian asumsi koreasi antar variabel dan asumsi distribusi normal multivariat. Hasil uji Bartlett menunjukkan bahwa antar keempat variabel karakteristik kualitas yang digunakan saling berko-relasi sehingga pengendalian kualitas dapat dilakukan menggunakan peta kendali multivariat. Sedangkan pada uji *Saphiro Wilk's* diperoleh hasil bahwa data pengamatan memenuhi asumsi distribusi normal multivariat sehingga pengendalian kualitas dapat dilakukan menggunakan peta kendali *Improved Generalized Variance* dan T^2 -hotelling. Berikut ini pengendalian-an kualitas proses produksi tuna kaleng pada fase I.

1. Pengendalian Kualitas Terhadap Varians Proses Fase I

Data yang digunakan adalah data pada fase I yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu 30 data pengamatan pertama (HDS) dan 20 data pengamatan selanjutnya (ADS).



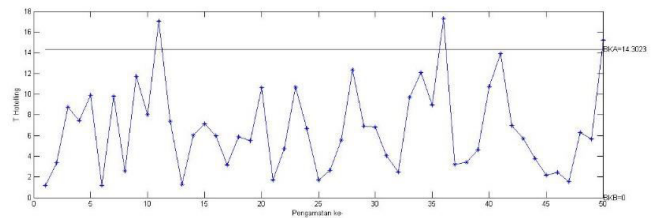
Gambar 1. Peta Kendali *Improved Generalized Variance* Fase I.

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa pengendalian kualitas varians proses produksi tuna kaleng pada fase I sudah terkendali secara statistik. Hal ini ditunjukkan dengan seluruh titik-titik pengamatan yang telah berada pada Batas Kendali Atas (BKA) sebesar 143,157 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 0. Batas kendali tersebut kemudian akan digunakan untuk batas kendali peta kendali *Improved Generalized Variance* pada fase II.

2. Pengendalian Kualitas Terhadap Rata-Rata Proses Fase I

Data yang digunakan merupakan data pengamatan yang telah terkendali dari hasil analisis variabilitas proses produksi tuna kaleng fase I.

Pengendalian kualitas rata-rata proses produksi tuna kaleng pada fase I belum terkendali secara statistik seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan Batas Kendali Atas (BKA) sebesar 14,302 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 0 masih terdapat titik-titik pengamatan yang keluar dari batas kendali, yaitu pengamatan ke-11, ke-36, dan ke-50.



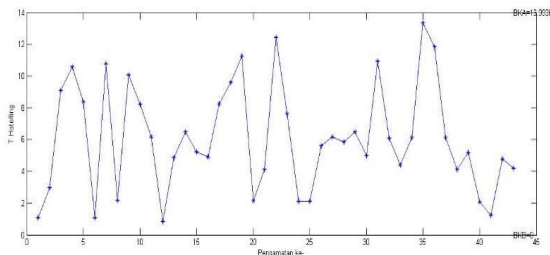
Gambar 2. Peta Kendali T^2 -hotelling Fase I.

Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi penyebab titik-titik pengamatan tersebut keluar batas kendali. Berikut ini identifikasi penyebab variabel yang keluar batas kendali dilakukan secara manual menggunakan persamaan (10).

Tabel 4. Identifikasi Penyebab *Out of Control*

Pengamatan Ke-	T_i^2	Variabel Kualitas	$T_{(j)}^2$	d_j
11	17,037	Histamin	7,303	9,733
		Vakum	12,237	4,799
		Kandungan garam	14,917	2,120
		pH	16,230	0,806
36	17,319	Histamin	17,147	0,172
		Vakum	15,562	1,756
		Kandungan garam	13,242	4,076
		pH	7,394	9,924
50	15,226	Histamin	14,090	1,136
		Vakum	15,221	0,004
		Kandungan garam	15,177	0,0491
		pH	2,053	13,173

Dengan menggunakan $\chi^2_{(0,0027;1)}$ atau sebesar 8,999 maka dapat diketahui bahwa penyebab pengamatan ke-11 tidak terkendali adalah variabel histamin, sedangkan penyebab pengamatan ke-36 dan ke-50 tidak terkendali adalah variabel pH. Setelah dilakukan perbaikan sebanyak tiga kali dengan mengeluarkan titik-titik yang keluar batas kendali serta melakukan identifikasi penyebab *out of control* maka didapatkan peta kendali T^2 -hotelling fase I perbaikan ketiga seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Kendali T^2 -hotelling Fase I Perbaikan Ketiga.

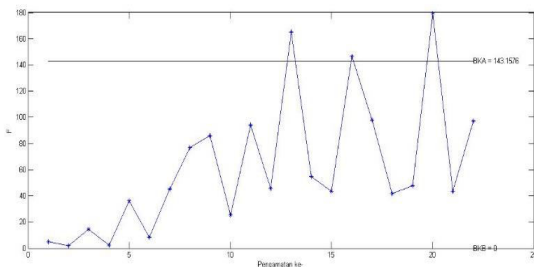
Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pengendalian kualitas rata-rata proses produksi tuna kaleng pada fase I perbaikan ketiga telah terkendali secara statistik. Hal ini ditunjukkan dengan tidak terdapat titik-titik pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas (BKA) sebesar 13,993 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 0. Batas kendali tersebut kemudian akan digunakan untuk mengendalikan rata-rata proses produksi tuna kaleng pada fase II.

C. Pengendalian Kualitas Proses Produksi Tuna Kaleng Pada Fase II

Setelah proses produksi tuna kaleng pada fase I telah terkendali pada variabilitas dan rata-rata prosesnya maka dilanjutkan dengan pengendalian kualitas pada fase II seperti berikut ini.

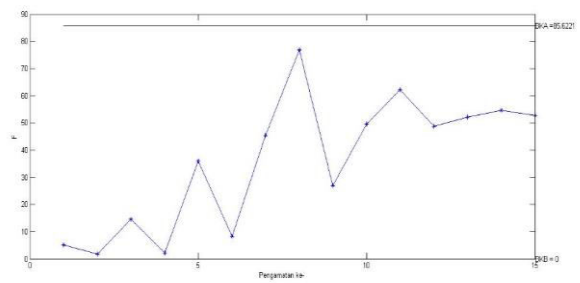
1. Pengendalian Kualitas Terhadap Varians Proses Fase II

Data terbagi menjadi dua bagian, yaitu 43 data pengamatan pertama (HDS) yang didapatkan dari data pengamatan peta kendali T^2 -hotelling fase I yang telah terkendali dan 22 data pengamatan selanjutnya (ADS) yang merupakan data pengamatan pada fase II. Berikut ini merupakan peta kendali *Improved Generalized Variance* pada fase II.



Gambar 4. Peta Kendali *Improved Generalized Variance* Fase II.

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan batas kendali dari peta kendali *Improved Generalized Variance* pada fase I, masih terdapat titik-titik pengamatan yang keluar batas kendali pada peta kendali *Improved Generalized Variance* pada fase II. Hal ini mengindikasikan telah terjadi pergeseran variansi proses pada fase II. Secara visual juga dapat dilihat bahwa nilai titik-titik pengamatan cenderung naik pada akhir pengamatan sehingga dapat disimpulkan bahwa varians proses produksi tuna kaleng pada fase II cenderung lebih besar dibandingkan pada fase I. Setelah melakukan identifikasi penyebab *out of control* serta mengeluarkan titik-titik yang keluar batas kendali maka didapatkan peta kendali *Improved Generalized Variance* pada fase II perbaikan kedua seperti berikut.

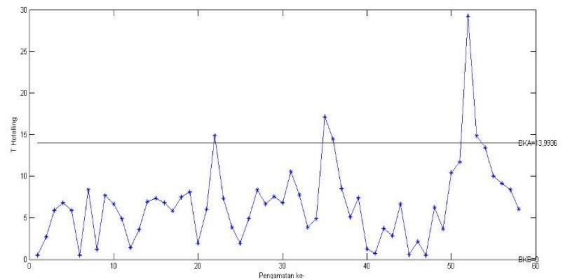


Gambar 5. Peta Kendali *Improved Generalized Variance* Fase II Perbaikan Kedua.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pengendalian kualitas varians proses produksi tuna kaleng pada fase II perbaikan kedua telah terkendali secara statistik. Hal ini ditunjukkan dengan tidak terdapat titik-titik pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas (BKA) sebesar 85,622 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 0.

2. Pengendalian Kualitas Terhadap Rata-Rata Proses Fase II

Data yang digunakan merupakan data pengamatan dari hasil analisis variabilitas proses produksi tuna kaleng fase II yang telah terkendali dengan batas kendali dari peta kendali T^2 -hotelling fase I yang telah terkendali. Berikut ini merupakan peta T^2 -hotelling pada fase II.



Gambar 6. Peta Kendali T^2 -hotelling Fase II.

Berdasarkan Gambar 6 didapatkan bahwa pengendalian kualitas rata-rata proses produksi tuna kaleng pada fase II belum terkendali secara statistik. Hal ini dikarenakan masih terdapat titik-titik pengamatan yang keluar batas kendali pada peta kendali T^2 -hotelling fase II dengan Batas Kendali Atas (BKA) sebesar 13,9936 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 0. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa telah terjadi pergeseran rata-rata proses pada fase II. Nilai titik-titik pengamatan yang cenderung naik pada akhir pengamatan juga menjadi salah satu peringatan bagi perusahaan untuk segera memperbaiki proses produksi, dikarenakan hal ini berarti rata-rata proses produksi tuna kaleng pada fase II cenderung lebih besar dibandingkan pada fase I.

Selanjutnya dilakukan identifikasi faktor-faktor penyebab variabel karakteristik *out of control* menggunakan diagram ishikawa. Berdasarkan hasil studi lapangan serta informasi dari pihak perusahaan maka dapat diketahui bahwa faktor penyebab proses produksi tuna kaleng tidak terkendali adalah faktor *man, material, methods, dan environment*. Pada faktor *material* dipengaruhi oleh adanya perubahan pada bahan baku ikan yang digunakan. Bahan baku ikan tersebut dikumpulkan dari nelayan-nelayan dalam skala kecil sehingga variansi dari

bahan baku juga tinggi. Hal ini sangat berpengaruh pada kadar pH dan histamin yang terkandung pada ikan. Selain itu, kadar pH dan histamin pada ikan juga dapat dipengaruhi oleh faktor *methods*, yaitu pengolahan yang terlalu lama. Kadar pH dan histamin dalam ikan akan semakin meningkat akibat mikroba yang cepat tumbuh apabila waktu pengolahan yang dilakukan terlalu lama. Pertumbuhan mikroba juga dapat dipengaruhi oleh faktor *environment*, yaitu perubahan suhu ruang. Apabila suhu ruang tidak sesuai maka akan memicu tumbuhnya mikroba yang nantinya akan mempengaruhi kadar pH dan histamin pada ikan. Sedangkan pada faktor *man* disebabkan karena terkadang para karyawan kelelahan dan kurang teliti sehingga terjadi kesalahan pada saat proses vakum.

D. Kapabilitas Proses

Pada penelitian ini didapatkan rata-rata proses produksi tuna kaleng tidak terkendali secara statistik sehingga indeks kapabilitas yang digunakan adalah P_p dan P_{pk} . Pada Tabel 5 merupakan indeks kapabilitas secara univariat dihitung dengan menggunakan persamaan (11) dan (13). Berdasarkan Tabel 5 dapat dikatakan bahwa proses produksi tuna kaleng masih belum kapabel dikarenakan masih terdapat nilai P_p dan P_{pk} yang lebih kecil dari 1,33. Selanjutnya dilakukan perhitungan indeks kapabilitas multivariat dengan menggunakan persamaan (14) dan (15). Dikarenakan perusahaan tidak menentukan nilai pembobot untuk masing-masing variabel karakteristik kualitas, maka pada penelitian ini pembobot dianggap sama dengan membagi nilai 1 dengan jumlah variabel karakteristik kualitas yang digunakan, yaitu sebesar 0,333 untuk masing-masing variabel.

Tabel 5.
Perhitungan Analisis Kapabilitas Univariat

Variabel	P_p	P_{pk}
Vakum	0,400	-1,250
pH	4,050	2,370
Kandungan garam	0,680	0,490
Histamin	1,480	0,620

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan indeks kapabilitas MP_p sebesar 2,181 atau lebih dari 1,333 artinya bahwa data produksi tuna kaleng memiliki presisi yang tinggi. Sedangkan nilai indeks MP_{pk} sebesar 0,739 atau kurang dari 1,333 artinya bahwa akurasi proses produksi tuna kaleng masih rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi tuna kaleng belum kapabel.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengendalian kualitas varians proses produksi tuna kaleng pada fase I menggunakan peta kendali *Improved Generalized Variance* didapatkan Batas Kendali Atas sebesar Atas (BKA) sebesar 143,157 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 0. Sedangkan untuk pengendalian dalam rata-rata proses menggunakan peta kendali T^2 -*hotelling* didapatkan Batas Kendali Atas sebesar Atas (BKA) sebesar 13,993 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 0.
2. Pengendalian kualitas proses produksi tuna kaleng pada fase II dalam varians dan rata-rata prosesnya belum terkendali secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi pergeseran baik dalam varians maupun rata-rata proses produksi tuna kaleng pada fase II.
3. Analisis kapabilitas secara multivariat didapatkan bahwa proses produksi tuna kaleng memiliki presisi yang tinggi, namun akurasi masih rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa proses belum kapabel.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan pada pihak perusahaan yaitu agar lebih mempertimbangkan variabel vakum, pH, dan histamin dalam proses produksi tuna kaleng serta meminimalisir faktor penyebab titik-titik pengamatan yang keluar batas kendali. Selain itu perusahaan harus lebih memperhatikan pengukuran sampel data kualitas proses produksi, baik dari segi alat ukur maupun cara pengambilan sampel sehingga data yang diperoleh lebih akurat. Sedangkan untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan sampel yang lebih banyak sehingga hasil yang didapatkan bisa lebih representatif untuk menggambar proses produksi dari perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. X., "Profile PT. X." 2015.
- [2] J. Heizer and B. Render, *Operations Management*, 10th ed. USA: Pearson Education, Inc, 2009.
- [3] T. Mahendran, "Evaluasi Risiko Bahaya Keamanan Pangan (HACCP) Tuna Kaleng dengan Metode Statistical Process Control," Bogor, 2005.
- [4] K. P. Devi, I. K. Suamba, and N. W. Artini, "Analisis Pengendalian Mutu pada Pengolahan Ikan Pelagis Beku di PT Perikanan Nusantara (Persero) Cabang Benoa Bali," *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [5] M. Djauhari, "A Multivariate Process Variability Monitoring Based on Individual Observation," *J. Eng. Technol.*, vol. VI, no. 10, pp. 91–96, 2010.
- [6] R. Mason, Y. Chou, and C. Young, "Monitoring Variation in A Multivariate Process When The Dimension is Large Relative to The Sample Size," *Commun. Stat. Methods*, vol. 39, pp. 939–2145, 2009.
- [7] D. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.
- [8] S. Raissi, "Multivariate process capability indices on the presence of priority for quality characteristics," *J. Ind. Eng. Int.*, vol. 5, no. 9, p. 2736, 2009.