



TUGAS AKHIR - SS 141501

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK AIR MINUM
DALAM KEMASAN A3 FRESH O₂ DI CV. KARUNIA
JAYA MENGGUNAKAN DIAGRAM KENDALI
IMPROVED GENERALIZED VARIANCE DAN T^2
HOTELLING**

**VIDYA SUKMA FITRIYAWAN
NRP 062114 4000 0036**

**Dosen Pembimbing
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S
Drs. Haryono, MSIE**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR - SS 141501

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK AIR MINUM
DALAM KEMASAN A3 FRESH O₂ DI CV. KARUNIA
JAYA MENGGUNAKAN DIAGRAM KENDALI
IMPROVED GENERALIZED VARIANCE DAN T²
HOTELLING**

**VIDYA SUKMA FITRIYAWAN
NRP 062114 4000 0036**

**Dosen Pembimbing
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S
Drs. Haryono, M.SIE**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT - SS 141501

**THE QUALITY CONTROL OF A3 FRESH O₂
BOTTLED DRINKING WATER AT CV. KARUNIA JAYA
USING IMPROVED GENERALIZED VARIANCE AND
T² HOTELLING CONTROL CHART**

**VIDYA SUKMA FITRIYAWAN
SN 062114 4000 0036**

**Supervisors
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S
Drs. Haryono, M.SIE**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK AIR MINUM DALAM KEMASAN A3 FRESH O₂ DI CV. KARUNIA JAYA MENGGUNAKAN DIAGRAM KENDALI IMPROVED GENERALIZED VARIANCE DAN T² HOTELLING

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains

pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Vidya Sukma Fitriyawan
NRP. 062114 4000 0036

Disetujui oleh Pembimbing:

Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S

NIP. 19580823 198403 1 003

Drs. Haryono, M.SIE

NIP. 19520919 197901 1 001



Mengetahui,
Kepala Departemen



Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK
AIR MINUM DALAM KEMASAN A3 FRESH O₂
DI CV. KARUNIA JAYA MENGGUNAKAN DIAGRAM
KENDALI *IMPROVED GENERALIZED VARIANCE*
DAN *T² HOTELLING***

Nama : Vidya Sukma Fitriyawan
NRP : 062114 4000 0036
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S.
Drs. Haryono, M.SIE

Abstrak

*Kebutuhan air minum semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia. Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan. CV. Karunia Jaya Bondowoso merupakan salah satu perusahaan penghasil Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas produk AMDK dari CV. Karunia Jaya. Melalui pengendalian kualitas produk terhadap variabel pH dan Total Dissolved Solid (TDS) menggunakan diagram kendali Individual dan Moving Range, diketahui bahwa variabilitas dan rata-rata proses belum terkendali dengan beberapa penyebab salah satunya adalah kondisi bahan baku. Setelah dilakukan perbaikan dan evaluasi menggunakan diagram kendali Improved Generalized Variance dan *T²Hotelling*, diketahui bahwa variabilitas dan rata-rata proses telah terkendali secara statistik. Kapabilitas proses secara multivariat menunjukkan bahwa proses belum kapabel karena akurasi produk rendah sehingga produk yang dihasilkan melenceng dari target perusahaan. Meskipun begitu, produk ini memenuhi persyaratan dari Badan Standardisasi Nasional sehingga aman untuk dikonsumsi.*

Kata kunci : *Diagram Kendali, Individual, Moving Range, Improved Generalized Variance, T² Hotelling, pH, Total Dissolved Solid*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**THE QUALITY CONTROL
OF A3 FRESH O₂ BOTTLED DRINKING WATER
AT CV. KARUNIA JAYA USING IMPROVED
GENERALIZED VARIANCE AND T² HOTELLING
CONTROL CHART**

Name : Vidya Sukma Fitriyawan
Student Number : 062114 4000 0036
Department : Statistics
Supervisors : Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S.
Drs. Haryono, M.SIE

Abstract

Drinking water demands are increasing along with the population growth in Indonesia. Each drinking water conservator must ensure that the drinking water it produces is safe for health. CV. Karunia Jaya Bondowoso is one of the companies producing Bottled Drinking Water (BDW). The purpose of this study was to improve the quality of BDW products from CV. Karunia Jaya. By means of product quality control on the pH and Total Dissolved Solids (TDS) variables using Individual and Moving Range control chart, it was discovered that the variability and average of the process had not been controlled by several causes, one of which was the raw material condition. After improvement and evaluation using Improved Generalized Variance and T² Hotelling control chart, it is later discovered that the variability and the average of the process have been statistically controlled. Multivariate process capability indicates that the process is not capable due to low product accuracy resulting in a deviation of the final product from the company's target. Still, this product satisfies the requirements of the National Standardization Agency for safe consumption.

Kata kunci : Control Chart , Individual, Moving Range, Improved Generalized Variance, T² Hotelling , pH, Total Dissolved Solid

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya yang tak pernah henti diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK AIR MINUM DALAM KEMASAN A3 FRESH O₂ DI CV. KARUNIA JAYA MENGGUNAKAN DIAGRAM KENDALI *IMPROVED GENERALIZED VARIANCE* DAN T² HOTELLING”** dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan Tugas Akhir ini tak luput dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya, Bapak Marwan dan Ibu Eny Rahayu, serta adik Vina Rizkyawan atas doa, nasihat, kepercayaan, dan dukungannya.
2. Bapak Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang telah sabar meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan masukan. Baik dalam penyelesaian Tugas Akhir, maupun dalam pendidikan selama 8 semester ini.
3. Bapak Haryono M.SIE selaku dosen co. pembimbing yang telah sabar meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan bantuan berupa saran, dan pengetahuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc selaku Ketua Departemen Statistika dan Bapak Dr. Sutikno, M.Si selaku Ketua Prodi Sarjana Departemen Statistika FMKSD ITS yang telah mempermudah penyelesaian Tugas Akhir dengan fasilitas yang diberikan.
5. Ibu Diaz Fitra Aksioma, M.Si dan Ibu Ni Luh Putu Satyaning Pradnya Paramita, S.Si, M.Sc selaku dosen penguji atas segala nasihat, kritik, serta saran yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir.

6. Pihak CV. Karunia Jaya, Bapak Mohamad Amar Lutfi, Bapak Hamzah, dan Ibu Ela yang telah banyak membagi ilmunya kepada penulis.
7. Teman-teman dekat yang telah membantu saya dalam menyelesaikan pendidikan ini. Terima kasih atas segala bentuk dukungan yang berbeda-beda. Terima kasih karena di sela-sela kesibukan dan kepentingan masing-masing, kita dapat meluangkan waktu untuk saling membantu.
8. Teman-teman Statistika angkatan 2014, RESPECT, yang memberikan hangatnya sebuah kebersamaan dan rasa kekeluargaan selama empat tahun ini.
9. Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Penulis pun menyadari terdapat berbagai kekurangan dalam laporan Tugas Akhir ini, besar harapan penulis untuk dapat menerima saran dan kritik yang bersifat membangun guna perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Uji Hubungan Antar Variabel.....	7
2.2 Uji Distribusi Normal Multivariat.....	7
2.3 Diagram Kendali Univariat untuk Pengamatan Individu.....	8
2.4 Diagram kendali <i>Improved Generalized Variance</i>	9
2.5 Diagram kendali T^2 Hotelling.....	10
2.6 Diagram Sebab Akibat.....	12

2.7	Kapabilitas Proses	13
2.8	CV. Karunia Jaya	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Sumber Data	17
3.2	Variabel Penelitian	17
3.3	Struktur Data	18
3.4	Langkah Analisis	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Deskripsi Kualitas AMDK	23
4.2	Uji Dependensi antar Variabel	24
4.3	Uji Normalitas Data	25
4.4	Pengendalian Proses Secara Univariat	25
4.4.1.	Evaluasi Variabilitas Proses dengan Diagram Kendali <i>Moving Range</i>	27
4.4.2.	Evaluasi Rata-Rata Proses dengan Diagram Kendali Individual	29
4.5	Pengendalian Proses Secara Multivariat	31
4.5.1.	Uji Normalitas Data Setelah Perbaikan	32
4.5.2.	Evaluasi Variabilitas Proses dengan Diagram Kendali <i>Improved Generalized Variance</i>	32
4.5.3.	Evaluasi Rata-Rata Proses dengan Diagram Kendali T^2 Hotelling	33
4.6	Kapabilitas Proses	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA		39

LAMPIRAN	41
BIODATA PENULIS	53

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Ishikawa	12
Gambar 2.2 Proses Produksi AMDK A3 Fresh O ₂ di CV Karunia Jaya	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	21
Gambar 4.1 Diagram Kendali I-MR pH.....	26
Gambar 4.2 Diagram Kendali I-MR TDS.....	26
Gambar 4.3 Diagram Ishikawa Penyebab Proses Tidak Terkendali.....	27
Gambar 4.4 Diagram Kendali <i>Moving Range</i> pH.....	28
Gambar 4.5 Diagram Kendali <i>Moving Range</i> TDS	28
Gambar 4.6 Diagram Kendali Individual pH.....	29
Gambar 4.7 Diagram Kendali Individual TDS	30
Gambar 4.8 Diagram Kendali Individual pH Setelah Perbaikan.....	30
Gambar 4.9 Diagram Kendali Individual TDS Setelah Perbaikan.....	31
Gambar 4.10 Diagram Kendali <i>Improved Generalized Variance</i> Proses Produksi A3 Setelah Perbaikan	33
Gambar 4.11 Diagram Kendali T ² Hotelling Proses Produksi A3 Setelah Perbaikan	34
Gambar 4.12 Kapabilitas Proses Variabel (a)pH (b)TDS	35

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Batas Spesifikasi Variabel.....	17
Tabel 3.2 Struktur Data	18
Tabel 4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas	24

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3 Fresh O ₂	41
Lampiran A1 Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3 Fresh O ₂ (Lanjutan)	42
Lampiran A2 Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3 Fresh O ₂ (Lanjutan)	43
Lampiran A3 Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3 Fresh O ₂ (Lanjutan)	44
Lampiran B Output Uji Bartlett.....	44
Lampiran C Hasil Tes Normalitas	44
Lampiran D Data Kualitas AMDK setelah Perbaikan Proses .	45
Lampiran E Hasil Tes Normalitas setelah Perbaikan Proses...	46
Lampiran F <i>Improved Generalized Variance Syntax</i>	46
Lampiran F1 <i>Improved Generalized Variance Syntax</i> (Lanjutan)	47
Lampiran G Statistik T ² Hotelling	48
Lampiran H Kapabilitas Proses pH menggunakan Batas Spesifikasi Perusahaan	48
Lampiran H1 Kapabilitas Proses TDS menggunakan Batas Spesifikasi Perusahaan	49
Lampiran I Kapabilitas Proses pH menggunakan Batas Spesifikasi BSN.....	49
Lampiran I1 Kapabilitas Proses TDS menggunakan Batas Spesifikasi BSN.....	50
Lampiran J <i>Unbiasing Constant</i>	50
Lampiran K Surat Keterangan Publikasi	51

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi makhluk hidup, tak terkecuali manusia. Manusia membutuhkan air dalam segala aspek, dalam aspek rumah tangga untuk memasak, mandi dan mencuci. Selain itu air juga digunakan dalam aspek pertanian untuk mengairi lahan. Kegunaan air yang tak kalah penting adalah untuk dikonsumsi. Asupan air harian 3,7 liter untuk pria dewasa dan 2,7 liter untuk wanita dewasa memenuhi kebutuhan sebagian besar orang. Namun, latihan fisik yang berat dan stres dapat sangat meningkatkan kebutuhan air setiap hari. Asupan air dapat diperoleh melalui air dalam makanan, dan air minum (Sawka, Chevront, & Carter, 2005).

Kebutuhan air minum tentu saja semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia. Di era yang serba cepat ini, masyarakat mulai meninggalkan kebiasaan lama dalam mengolah air untuk dikonsumsi. Sebelumnya, masyarakat akan memasak air terlebih dahulu sebelum dikonsumsi guna membunuh bakteri di dalamnya. Saat ini, masyarakat lebih memilih untuk mengkonsumsi air minum dalam kemasan (AMDK) karena dianggap lebih hemat dan praktis. Berbagai jenis AMDK banyak ditawarkan oleh industri air minum baik dari skala kecil hingga skala yang besar. Dikutip dari presentasi oleh Wilem Petrus Riwu (2017) yang disampaikan dalam Sosialisasi Penerapan SNI Wajib Air Minum Kemasan Sesuai Peraturan Menteri Perindustrian No. 78 Tahun 2016, bahwa pertumbuhan produksi AMDK sejak tahun 2009 hingga 2015 mengalami rata-rata kenaikan 10 sampai 12 persen pertahun.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 menyatakan bahwa air minum adalah air yang memenuhi proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang

memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Selain itu pada pasal 2 disebutkan bahwa setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan. CV. Karunia Jaya merupakan salah satu perusahaan penyelenggara air minum atau penghasil AMDK di Indonesia, tepatnya terletak di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur. Produk AMDK yang diproduksi oleh perusahaan ini adalah air mineral A3 Fresh O₂ dalam kemasan gelas 220 mili liter, botol 600 mili liter dan dalam kemasan galon 19 liter. Perusahaan harus senantiasa menjaga kualitas produknya agar dapat mendapatkan kepercayaan konsumen. Terlebih lagi apabila produk yang dihasilkan akan dikonsumsi oleh masyarakat.

Kualitas produk merupakan sebuah hal yang penting. Menurut Montgomery (2013), kualitas berbanding terbalik dengan variabilitas, semakin rendah variabilitas maka semakin tinggi kualitas suatu produk dan begitu pula sebaliknya. Sangat penting bagi perusahaan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi dari perusahaan, yang mana juga merupakan keinginan dari konsumen. Demi menjaga kualitas produk, pengendalian kualitas dalam proses produksi sangat perlu diperhatikan. Pengendalian kualitas perlu dilakukan karena sangat membantu perusahaan dalam meningkatkan penjualan dan mengurangi biaya karena adanya peningkatan produktivitas, penurunan *rework*, bahan yang terbuang, dan biaya garansi (Heizer & Render, 2009). Saat ini CV. Karunia Jaya belum melakukan pengendalian kualitas secara statistik, sehingga melalui penelitian ini akan dibahas mengenai kualitas produk AMDK secara statistik, kapabilitas prosesnya, serta penyebab-penyebab adanya produk yang tidak sesuai spesifikasi.

Menurut Heizer & Render (2009), pengendalian kualitas secara statistik adalah sebuah proses yang digunakan untuk menjaga standar, mengukur dan melakukan tindakan perbaikan terhadap produk atau jasa yang diproduksi. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi tersebut telah terkendali atau tidak adalah dengan menggunakan

diagram kendali. Diagram kendali T^2 Hotelling merupakan salah satu diagram kendali multivariat yang mengontrol vektor *mean* suatu proses. Berdasarkan hasil pengamatannya, diagram kendali T^2 Hotelling dibagi menjadi dua yaitu diagram kendali T^2 Hotelling untuk pengamatan subgrup dan diagram kendali T^2 Hotelling untuk pengamatan individu. Selain itu juga terdapat diagram kendali *Generalized Variance* (GV) yang berfungsi untuk mengontrol variabilitas proses.

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Wahyuningsih dan Pusdikarta (2005) mengenai analisis pengendalian kualitas multivariat air minum di PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Gresik. Analisis dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa variabel yang belum terkendali secara statistik, yaitu variabel *Total Dissolved Solid* (TDS), Kesadahan, dan Suhu. Selanjutnya ada penelitian oleh Wardhani (2017) mengenai implementasi diagram kendali multivariat terhadap pengendalian kualitas proses produksi air di PDAM Surabaya. Penelitian ini menganalisis kualitas air hasil olahan PDAM Surabaya, hasilnya bahwa proses produksi belum terkendali secara varians maupun *mean*. Variabel utama yang menyebabkan proses produksi tidak stabil secara varians adalah variabel pH dan Sisa Chlor. Sedangkan yang menyebabkan proses produksi tidak stabil secara *means* adalah variabel pH dan *Turbidity*.

Berdasarkan penelitian mengenai kualitas air yang telah dilakukan sebelumnya dan juga berdasarkan pada struktur data, maka metode yang sesuai untuk digunakan pada penelitian ini adalah diagram kendali multivariat karena terdapat dua variabel yang diteliti, yaitu pH dan TDS. Diagram kendali yang digunakan adalah *Improved Generalized Variance* dan T^2 Hotelling untuk data individu.

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari CV. Karunia Jaya, yakni data pH dan TDS produk CV. Karunia Jaya pada produksi tahun 2017. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dan rekomendasi bagi CV. Karunia

Jaya pada pengendalian kualitas air serta proses pengolahan air, sehingga dapat terjadi peningkatan pada kualitas produksinya.

1.2 Rumusan Masalah

CV. Karunia Jaya membutuhkan pengendalian kualitas secara statistik untuk menjaga kualitas produknya. Maka permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil pengendalian kualitas produk AMDK gelas 220 ml di CV. Karunia Jaya?
2. Bagaimana hasil analisis kapabilitas proses pengolahan air di CV. Karunia Jaya?
3. Apa yang menyebabkan produk tidak sesuai spesifikasi (*out of control*)?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan informasi mengenai hasil *monitoring* kualitas produk AMDK gelas 220 ml di CV. Karunia Jaya.
2. Memperoleh hasil analisis kapabilitas dalam proses pengolahan air di CV. Karunia Jaya.
3. Mendeskripsikan penyebab adanya produk yang *out of control*.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dan dasar pertimbangan bagi perusahaan untuk dapat melakukan pengendalian kualitas proses secara statistik. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pengecekan kualitas air hanya dilakukan pada produk A3 *Fresh O₂* kemasan gelas 220 ml, kemasan ini dipilih karena merupakan produk yang paling banyak diproduksi. Terdapat lima karakteristik kualitas yang diperiksa pada produk AMDK ini, yaitu pH, TDS,

kekeruhan, suhu, dan rasa. Adapun variabel yang digunakan untuk pengendalian kualitas produk A3 *Fresh O₂* pada penelitian ini adalah pH dan *Total Dissolved Solid* (TDS).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uji Hubungan Antar Variabel

Variabel $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ dikatakan bersifat saling bebas (independen) jika matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas. Uji independensi antar variabel ini dapat dilakukan dengan uji Bartlett sebagai berikut.

a. Menentukan hipotesis sebagai berikut :

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

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

b. Menghitung statistik uji menggunakan persamaan 2.1.

$$\chi^2_{hitung} = - \left\{ n - 1 - \frac{2p+5}{6} \right\} \ln |\mathbf{R}| \quad (2.1)$$

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 $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha, \frac{1}{2}p(p-1)}$ atau $P\text{-Value} < \alpha$. Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah matriks korelasi bukan merupakan matriks identitas, yang berarti bahwa terdapat hubungan antar variabelnya (Johnson & Winchern, 2007)

2.2 Uji Distribusi Normal Multivariat

Uji distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui data hasil pengamatan mengikuti distribusi normal multivariat. Uji distribusi normal multivariat dilakukan dengan pengujian *Henzi Zinkler* dengan hipotesis sebagai berikut (Korkmaz, Goksuluk, & Zararsiz, 2014).

Hipotesis :

H_0 : x_1, x_2, \dots, x_p berdistribusi normal multivariat

H_1 : x_1, x_2, \dots, x_p tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik uji :

$$HZ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e^{-\frac{\beta^2}{2} D_{ij}} - 2(1+\beta^2)^{-\frac{p}{2}} \sum_{i=1}^n e^{-\frac{\beta^2}{2(1+\beta^2)} D_i} + n(1+2\beta^2)^{-\frac{p}{2}} \quad (2.2)$$

Dimana:

p: jumlah variabel

$$b = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{n(2p+1)}{4} \right)^{\frac{1}{p+4}}$$

$$D_{ij} = (x_i - x_j)' S^{-1} (x_i - x_j)$$

$$D_i = (x_i - \bar{x})' S^{-1} (x_i - \bar{x}) = m_{ij}$$

D_i pada persamaan 2.2 adalah jarak Mahalanobis kuadrat dari observasi ke- i terhadap *centroid* dan D_{ij} merupakan jarak Mahalanobis antara observasi ke- i dan ke- j . Jika pada tingkat signifikansi α , $HZ > HZ_{\text{tabel}}$ dan $P_{\text{value}} > \alpha$ maka sampel dapat dikatakan berasal dari populasi yang berdistribusi normal multivariat.

2.3 Diagram Kendali Univariat untuk Pengamatan Individu

Pengendalian kualitas secara statistik adalah sebuah tehnik yang membantu untuk mendeteksi proses yang tidak normal dalam suatu proses produksi yang disebabkan oleh hal-hal tertentu. Pengendalian kualitas statistik memiliki asumsi standard yaitu bahwa data yang digunakan berdistribusi normal. Dikarenakan adanya perilaku yang dinamis, maka asumsi ini tidak selalu terpenuhi (Rao, Subbaiah, Rao, & Rao, 2013). Pengendalian kualitas statistik dapat dilakukan secara univariat dan univariat, baik untuk pengamatan subgroup atau individu.

Pengamatan individu biasanya terjadi apabila tingkat produksi rendah, atau tes yang dilakukan pada produk bersifat merusak. Diagram kendali *Moving Range* adalah diagram kendali univariat yang digunakan untuk memonitoring variabilitas proses. Nilai yang digunakan pada diagram kendali ini adalah selisih

antar pengamatan dengan garis tengah dan batas kendali sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CL &= \bar{R} \\ UCL &= D_4 \bar{R} \\ LCL &= D_3 \bar{R} \end{aligned}$$

Dengan n (banyak pengamatan yang digunakan dalam *Moving Range*) = 2, maka $D_4 = 3,267$ dan $D_3 = 0$. Selanjutnya diagram kendali \bar{X} atau diagram kendali individual digunakan untuk memonitoring rata-rata proses. Nilai yang digunakan pada diagram kendali ini adalah nilai pengamatan dengan garis tengah dan batas kendali sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CL &= \bar{\bar{X}} \\ UCL &= \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \\ LCL &= \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \end{aligned}$$

Dengan $n = 2$, maka $d_2 = 1,128$ (Mitra, 1993). Nilai D_3, D_4 , dan d_2 dapat diketahui melalui tabel *unbiasing constants* pada Lampiran J.

2.4 Diagram kendali *Improved Generalized Variance*

Diagram kendali *Improved Generalized Variance* merupakan salah satu alat untuk mengontrol variabilitas suatu proses. Variabilitas proses dapat digambarkan dari matrik varian kovarian. Diagonal utama dari matrik tersebut merupakan varians dan elemen lainnya adalah kovariannya. Diagram kendali ini berdasar pada selisih antar vektor pengamatan berturut turut sebagai berikut.

$$\begin{aligned} D &= SS_{m+1} - SS_m & (2.3) \\ SS_m &= \sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X}_m)(X_i - \bar{X}_m)^t \\ \bar{X}_m &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_i \end{aligned}$$

SS_m adalah matriks varian kovarian yang diperoleh dari *Historical Data Set (HDS)* dan SS_{m+1} diperoleh dari *Augmented Data Set (ADS)*. Peneliti berhak menentukan pembagian data menjadi HDS dan TDS, dengan syarat bahwa ADS berisi lebih banyak daripada HDS. Diagram kendali dapat disusun dengan menghitung nilai statistik F dengan persamaan sebagai berikut (Djauhari, 2010).

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

Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) untuk diagram kendali *generalized variance* untuk pengamatan individu berikut ini,

$$\text{BKA} = cX_r^2,$$

$$\text{BKB} = 0,$$

dengan $c = \frac{\text{Tr}(s_m^2)}{\text{Tr}(s_m)}$ dan $r = \frac{\{\text{Tr}(s_m)\}^2}{\text{Tr}(s_m^2)}$

Matriks kovarian pada diagram *Generalized Variance* yaitu

$$S_2 = \frac{1}{2} \frac{V'V}{(m-1)}$$

dimana,

$$V_i = X_{i+1} - X_i, i = 1, 2, \dots, m-1$$

V_i adalah vektor selisih antara vektor data ke- i dan vektor data ke- $i+1$, dalam matrik *successive different* ditulis sebagai berikut.

$$V = \begin{bmatrix} v'_1 \\ v'_2 \\ \vdots \\ v'_{m-1} \end{bmatrix}$$

2.5 Diagram kendali T^2 Hotelling

Diagram kendali T^2 Hotelling merupakan salah satu diagram kendali multivariat yang mengontrol vektor rata-rata suatu proses. Berdasarkan hasil pengamatannya, Diagram kendali T^2 Hotelling dibagi menjadi dua yaitu diagram kendali T^2 Hotelling untuk pengamatan subgrup dan diagram kendali T^2 Hotelling untuk pengamatan individual. Selain itu untuk menggunakan rumusan T^2 Hotelling pada data multivariat variabel dibutuhkan asumsi normal multivariat. Statistik T^2

Hotelling Individual dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut. Berikut adalah perhitungan untuk nilai T^2 Hotelling Individual.

$$T^2 = (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}) \quad (2.4)$$

dimana $\bar{\mathbf{x}}$ merupakan vektor mean sampel dan \mathbf{S} merupakan matriks kovarians sampel. Pada data observasi yang bersifat individu, untuk sejumlah m observasi maka matriks kovarians sampel diestimasi dengan persamaan sebagai berikut.

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

Matriks \mathbf{V} diperoleh dari nilai v_i yang merupakan matriks selisih antar observasi.

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} v'_1 \\ v'_2 \\ \vdots \\ v'_{m-1} \end{bmatrix}$$

$$v_i = x_{i+1} - x_i, i = 1, 2, \dots, m$$

Batas kendali yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. (Montgomery, 2013)

- Batas Kendali Atas (UCL): $\frac{(m-1)^2}{m} \beta_{\alpha, \frac{p}{2}, (m-p-1)/2}$
- Batas Kendali Bawah (LCL): 0

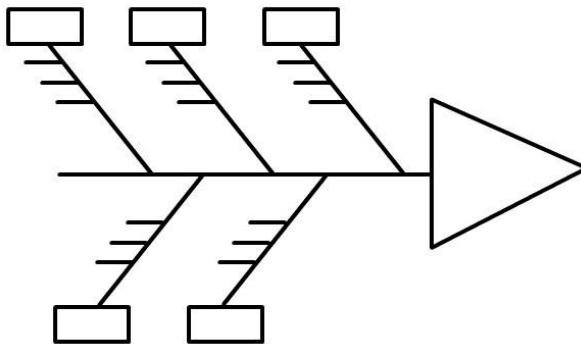
Jika dalam diagram kendali terdapat satu atau beberapa data yang tidak terkontrol atau berada di luar batas kontrol, maka perlu dilakukan identifikasi variabel penyebab terjadinya sinyal *out of control*. Identifikasi tersebut dilakukan agar perbaikan proses akan mencapai sasaran yang tepat. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam mendiagnosis sinyal *out of control* adalah menguraikan statistik T^2 ke dalam komponen-komponen yang menunjukkan kontribusi dari masing-masing variabel (Montgomery, 2013). Jika T^2 adalah sebuah nilai statistik, dan $T_{(i)}^2$ adalah sebuah nilai statistik untuk semua variabel proses tanpa variabel ke- j , maka

$$d_i = T^2 - T_{(i)}^2$$

dengan perhitungannya nilai T^2 sesuai dengan persamaan (2.4), d_i merupakan indikator kontribusi relatif dari variabel ke- i untuk keseluruhan statistika. Perbaikan proses difokuskan pada variabel yang memiliki nilai d_i lebih besar dari nilai $\chi_{\alpha,1}^2$. (Montgomery, 2013)

2.6 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan (*fishbone*) adalah salah satu metode / *tool* di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram sebab-akibat atau *cause effect* diagram. Diagram ini ditemukan oleh seorang ilmuwan Jepang bernama Dr. Kaoru *Ishikawa*, sehingga sering juga disebut dengan diagram *ishikawa* (Heizer & Render, 2009). Diagram *fishbone* digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah *team* cenderung jatuh berpikir pada rutinitas.



Gambar 2. 1. Diagram Ishikawa

Diagram *ishikawa* juga dapat digunakan sebagai pedoman untuk berdiskusi dan mengambil kebijakan sebagai penanganan kompleks. Contoh diagram *ishikawa* dapat dilihat pada Gambar 2. 1. Kepala ikan merupakan masalah yang dihadapi oleh perusahaan.

Penyebab timbulnya masalah dapat dituliskan pada tulang-tulang ikan, dengan mengklasifikannya dalam 6 kategori yaitu *manpower* (tenaga kerja), *material* (bahan untuk produksi), *method* (metode kerja), *machine* / peralatan, *measurement*, dan lingkungan.

Contoh masalah–masalah di bidang industri yang dapat diidentifikasi menggunakan diagram *ishikawa* antara lain:

1. Keterlambatan proses produksi.
2. Tingkat *defect* (cacat) produk yang tinggi.
3. Mesin produksi yang sering mengalami masalah.
4. *Output* lini produksi yang tidak stabil yang berakibat kacaunya plan produksi.
5. Produktivitas yang tidak mencapai target.
6. Complains pelanggan yang terus berulang

2.7 Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses merupakan suatu studi untuk menaksir kemampuan proses, yaitu apakah produk sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan atau belum. Diperlukan suatu ukuran kuantitatif untuk melihat kapabilitas proses, yaitu indeks kapabilitas, yang dapat digunakan untuk mengetahui kebaikan suatu proses. Berdasarkan standar 3-sigma, suatu produk dikatakan baik apabila memiliki indeks kapabilitas lebih dari 1,33. Indeks kapabilitas proses ini dapat dinyatakan dalam berbagai perhitungan yang berbeda.

Indeks kapabilitas proses C_p merupakan indeks kualitas proses terhadap spesifikasi. Berikut rumus yang digunakan.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2.5)$$

Untuk spesifikasi satu arah digunakan C_{pu} dan C_{pl} dengan rumus sebagai berikut.

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \quad C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

Indeks C_p tidak memperhitungkan perbedaan rata-rata proses terhadap rata-rata spesifikasi. C_{pk} merupakan perbaikan dari C_p , maka rumusnya adalah sebagai berikut.

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl}) \quad (2.6)$$

Jika $C_p = C_{pk}$, proses terpusat di rataan spesifikasi, dan tidak terpusat bila $C_p < C_{pk}$. Perhitungan indeks C_p dan C_{pk} untuk data multivariat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

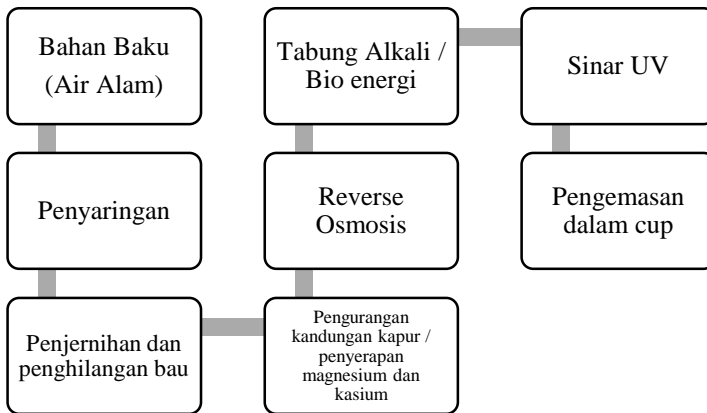
$$MC_p = \sum_{i=1}^p W_i C_{pi} \quad (2.7)$$

$$MC_{pk} = \sum_{i=1}^p W_i C_{pki} \quad (2.8)$$

Dimana MC_p dan MC_{pk} berturut-turut merupakan bentuk C_p dan C_{pk} dalam keadaan multivariat dengan W_i merupakan pembobot berdasarkan kepentingan dengan $\sum_{i=1}^p W_i = 1$. Nilai pembobot W_i disesuaikan dengan pembobot dari masing-masing karakteristik kualitas yang ditentukan oleh perusahaan, jika tidak ada maka pembobot dianggap sama (Raissi, 2009)

2.8 CV. Karunia Jaya

CV. Karunia Jaya merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi AMDK di Indonesia. Tepatnya terletak di Desa Curahdami, Kabupaten Bondowoso, Jawa timur.



Gambar 2. 2. Proses Produksi AMDK A3 Fresh O2 di CV Karunia Jaya

Perusahaan yang berdiri sejak tahun 2003 ini memiliki tiga jenis produk AMDK, yaitu air mineral kemasan gelas 220 ml, kemasan botol 600 ml, dan air mineral dalam kemasan galon 19 liter. CV. Karunia Jaya memproses air mineral melalui sistem reserver osmosis yang berguna untuk meminimalisasi unsur anorganik dan memaksimalkan kadar oksigen, sehingga AMDK yang dihasilkan baik untuk kesehatan. Proses produksi AMDK dapat dilihat pada Gambar 2. 2.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Penelitian di CV. Karunia Jaya ini menggunakan data sekunder yang berupa data *record* pH dan *Total Dissolved Solid* (TDS) pada produk AMDK gelas ukuran 220 ml produksi Bulan Juni - September 2017. Pengecekan pH dan TDS pada produk akhir gelas ukuran 220 ml dilakukan empat kali pada keseluruhan proses produksi. Setiap hari akan diambil satu sampel produk akhir untuk dicek kadar pH dan TDS-nya menggunakan pH meter dan TDS meter, data inilah yang digunakan dalam penelitian. Selain data sekunder tersebut, data primer berupa wawancara dengan pihak perusahaan juga digunakan dalam penelitian.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua karakteristik kualitas AMDK yaitu pH dan *Total Dissolved Solid* (TDS) dengan spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan dan Badan Standardisasi Nasional (BSN) adalah seperti yang tertera pada Tabel 3. 1.

Tabel 3. 1. Batas Spesifikasi Variabel

Variabel	Nama Variabel	Batas Spesifikasi	
		Perusahaan	BSN
x_1	pH	6.5 – 7.5	6 – 8.5
x_2	TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	50 – 90 mg/l	Maksimal 500 mg/l

Adapun penjelasan mengenai pH dan *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah sebagai berikut.

1. pH atau Derajat keasaman adalah jumlah aktivitas ion hidrogen yang ada di dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu zat. Air yang memiliki nilai pH=7 bersifat netral, pH<7 bersifat asam,

sedangkan $\text{pH} < 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2007)

2. *Total Dissolved Solid* (TDS) didefinisikan sebagai semua zat anorganik dan organik yang terkandung dalam air yang dapat melewati filter 2 mikron. Secara umum, TDS adalah jumlah kation dan anion dalam air. Ion dan senyawa ionik membentuk TDS biasanya meliputi karbonat, bikarbonat, klorida, fluorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, dan kalium, namun ion apapun yang berada di dalamnya akan memberikan kontribusi terhadap total. Ion organik meliputi polutan, herbisida, dan hidrokarbon. Selain itu, senyawa bahan organik tanah seperti asam humat / fulfat juga termasuk dalam TDS.

3.3 Struktur Data

Adapun struktur data yang digunakan untuk memonitoring stabilitas kadar pH dan TDS pada produk AMDK gelas ukuran 220 ml pada CV. Karunia Jaya Bondowoso adalah seperti tertera pada Tabel 3. 2. Pengamatan dilakukan selama tiga bulan dengan pengambilan satu sampel setiap hari, sehingga selama bulan Juni – September 2017 terdapat 79 pengamatan.

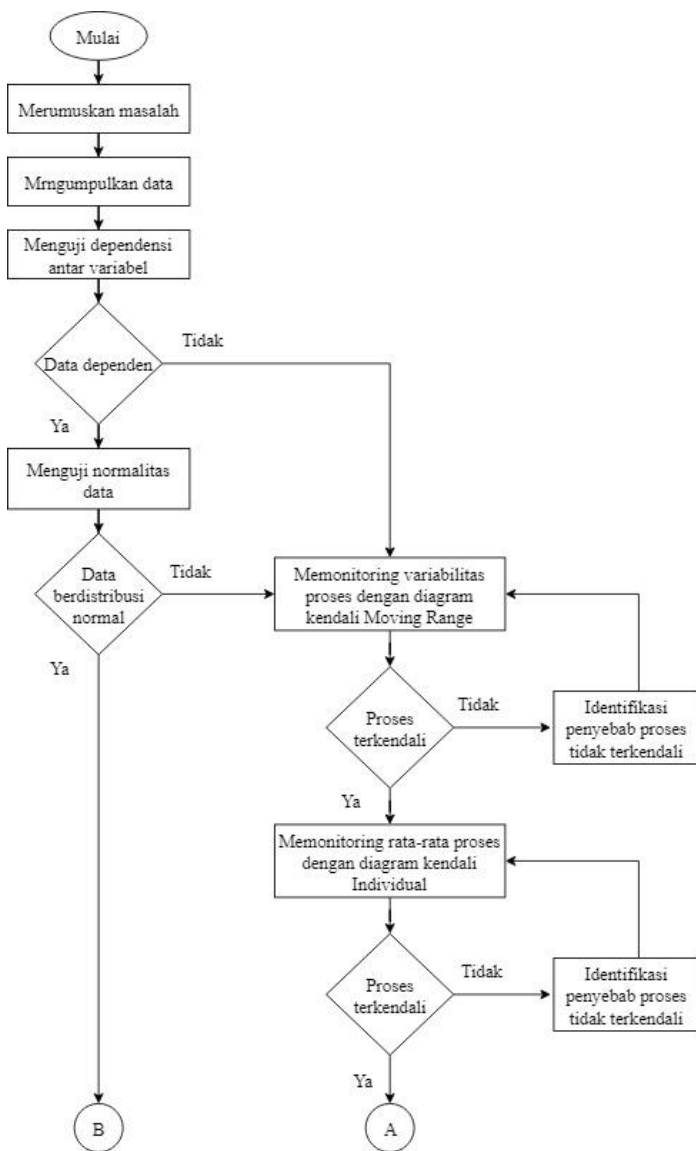
Tabel 3. 2. Struktur Data

Sampel (i)	Karakteristik Kualitas (j)	
	pH (X_1)	TDS (X_2)
1	X_{11}	X_{12}
2	X_{21}	X_{22}
3	X_{31}	X_{32}
4	X_{41}	X_{42}
⋮	⋮	⋮
79	X_{791}	X_{792}

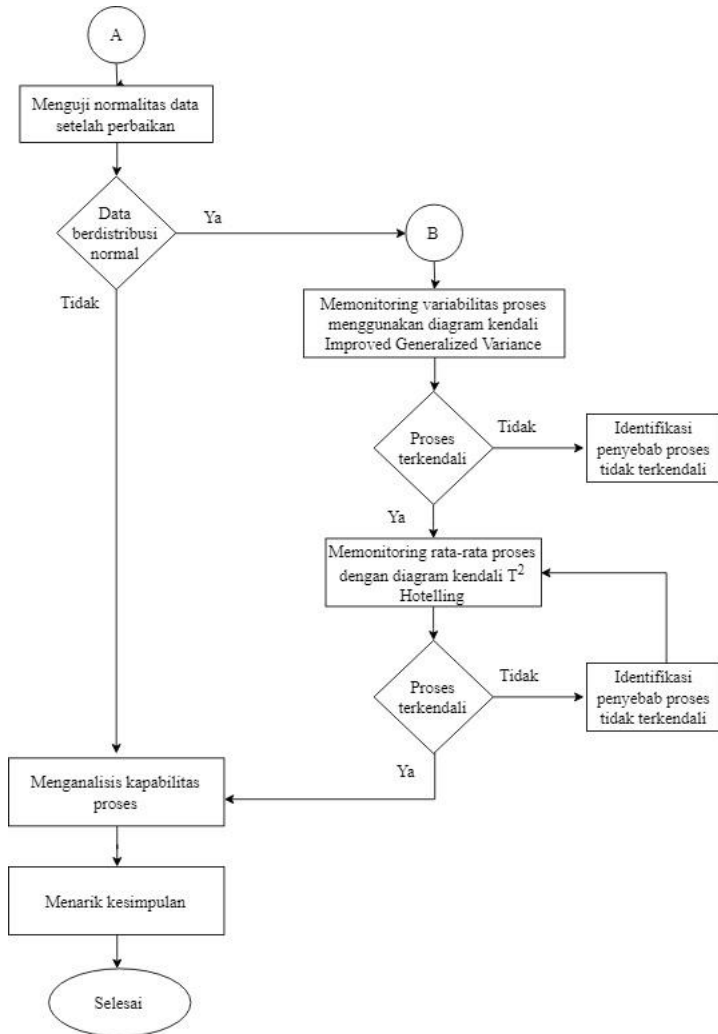
3.4 Langkah Analisis

Adapun langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merumuskan masalah.
 2. Mengumpulkan data yang diperlukan untuk mengatasi masalah.
 3. Melakukan eksplorasi data untuk mengetahui karakteristik pada setiap variabel.
 4. Menguji dependensi antar variabel untuk mengetahui apakah kedua variabel saling berhubungan.
 5. Menguji normalitas data untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal multivariat.
 6. Apabila data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan monitoring variabilitas proses menggunakan diagram kendali *Moving Range* untuk masing-masing variabel.
 7. Setelah proses terkendali, dilanjutkan memonitoring rata-rata proses menggunakan diagram kendali Individual.
 8. Setelah rata-rata proses terkendali, dilakukan pengujian distribusi normal multivariat untuk mengetahui apakah data telah berdistribusi normal, sehingga monitoring menggunakan diagram kendali *Improved Generalized Variance* dan T^2 Hotelling dapat dilakukan.
 9. Membuat diagram kendali *Improved Generalized Variance* untuk memonitoring variabilitas proses.
 10. Memonitoring rata-rata proses dengan membuat diagram kendali T^2 Hotelling, setelah variabilitas proses terkendali.
 11. Melakukan analisis menggunakan diagram Ishikawa untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya data yang *out of control*.
 12. Menganalisis kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses yang dilakukan sudah baik
- Langkah-langkah analisis dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3. 1 berikut.



Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

CV. Karunia Jaya merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi AMDK di Indonesia, tepatnya terletak di Desa Curahdami, Kabupaten Bondowoso, Jawa timur. Perusahaan yang berdiri sejak tahun 2003 ini memiliki tiga jenis produk AMDK, salah satunya air mineral kemasan gelas 220 ml. CV. Karunia Jaya memproses air mineral melalui sistem reserver osmosis yang berguna untuk meminimalisasi unsur anorganik dan memaksimalkan kadar oksigen, sehingga AMDK yang dihasilkan baik untuk kesehatan.

Penilaian kualitas pada AMDK beberapa diantaranya melalui kadar pH dan TDS. Jika kadar pH terlalu rendah maka air yang diproduksi akan bersifat asam, sebaliknya jika kadar pH terlalu tinggi maka air akan bersifat basa. Kadar pH yang dianjurkan untuk air minum adalah 6-8,5. TDS biasanya meliputi karbonat, bikarbonat, klorida, fluorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, dan kalium, namun ion apapun yang berada di dalamnya akan memberikan kontribusi terhadap total. Ion organik meliputi polutan, herbisida, dan hidrokarbon. Selain itu, senyawa bahan organik tanah seperti asam humat/fulfat juga termasuk dalam TDS. Daya larut beberapa zat yang termasuk dalam variabel TDS, seperti magnesium dan kalsium akan terpengaruh oleh kadar pH. Maka dari itu monitoring proses pada kedua variabel tersebut sangat diperlukan.

4.1 Deskripsi Kualitas AMDK

Produk AMDK yang beredar di pasaran merupakan produk yang telah memenuhi standar kualitas. Maka dari itu kualitas setiap produk senantiasa dikontrol, beberapa diantaranya adalah kadar pH dan TDS. Lampiran A menampilkan hasil uji kadar pH dan TDS di CV. Karunia Jaya. CV. Karunia Jaya menetapkan bahwa produk AMDK yang memenuhi standard adalah AMDK yang memiliki kadar pH 6,5 – 7,5, sedangkan

untuk TDS adalah 50 – 90 mg/l. Karakter kualitas pH dan TDS tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. 1 berikut.

Tabel 4. 1 Deskripsi Karakteristik Kualitas

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maximum
pH	7,9215	0,057	7,40	8,60
TDS	125,9873	572,551	64,00	166,00

Berdasarkan Tabel 4. 1 terlihat bahwa rata-rata kadar pH adalah 7,92. Apabila ditinjau dengan batas spesifikasi perusahaan, maka nilai ini berada di luar batas spesifikasi. Walaupun demikian, nilai minimum kadar pH adalah 7,4 dan nilai maksimumnya adalah 8,6. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada produk yang bersifat asam karena kadar pH bernilai lebih besar daripada enam. Nilai varians pada variabel pH adalah 0,057, artinya kadar pH pada produksi periode Juni-September 2017 cenderung bersifat homogen.

Nilai rata-rata TDS adalah 125,98 mg/l menunjukkan bahwa TDS pada ADMK berada di luar batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan (50 - 90 mg/l). Hal tersebut juga ditunjukkan oleh nilai maksimumnya sebesar 166 mg/l. Walaupun demikian nilai TDS masih dalam batas wajar karena bernilai di bawah 500 mg/l. Nilai varians yang dihasilkan menunjukkan nilai yang besar yaitu 572,551 yang artinya jarak antar data cukup besar. Lebih besarnya nilai varians daripada nilai rata-rata mengindikasikan bahwa data tidak berdistribusi normal.

4.2 Uji Dependensi antar Variabel

Variabel yang digunakan untuk memonitor kualitas AMDK dalam penelitian ini adalah pH dan TDS. Sebelum memonitor pergeseran varians dan rata-rata kualitas produk, perlu dilakukan pemeriksaan apakah kedua variabel tersebut saling berhubungan/dependen. Pemeriksaan dependensi antar variabel menggunakan uji Barlett dengan hipotesis sebagai berikut.

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

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

Berdasarkan persamaan (2.1), diperoleh nilai *Chi-square* sebesar 23,864 dan *P-Value* 0,000, dengan hasil uji dapat dilihat pada Lampiran B. Dengan *alpha* 0,05 dan derajat bebas 1, nilai *Chi-square* lebih besar dari nilai *Chi Square* tabel ($\chi_{0,05;1}^2$) yaitu 3,841, sehingga keputusan yang diambil adalah tolak H_0 yang artinya variabel pH dan TDS saling mempengaruhi. Selain itu, dari dilihat dari *P-Value* sebesar 0,000, dimana nilai tersebut kurang dari *alpha* 0,05, sehingga didapatkan kesimpulan yang sama bahwa kedua variabel tersebut saling dependen. Hal ini sesuai dengan fakta di lapangan bahwa pH di bawah 6 akan mempengaruhi daya larut beberapa zat yang termasuk dalam variabel TDS, seperti Magnesium dan Kalsium.

4.3 Uji Normalitas Data

Asumsi yang perlu dipenuhi ketika akan memonitoring proses menggunakan diagram kendali multivariat *Improved Generalized Variance* dan T^2 Hotelling adalah kenormalan data. Maka dari itu pengujian normalitas data secara multivariat dilakukan menggunakan Heinzer Zikler (HZ) dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : x_1, x_2, \dots, x_p$ berdistribusi normal multivariat

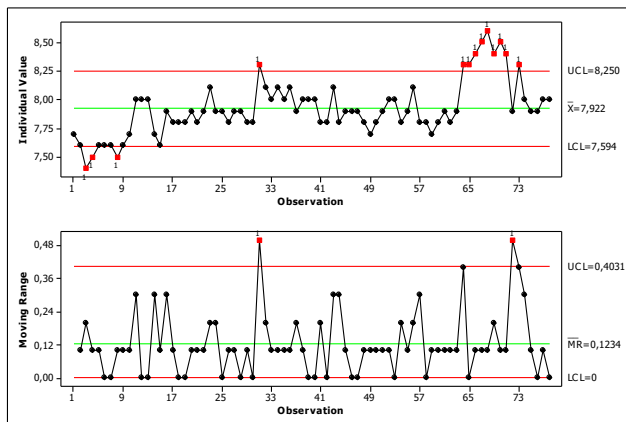
$H_1 : x_1, x_2, \dots, x_p$ tidak berdistribusi normal multivariat

Diperoleh *P-Value* 0,000 yang kurang dari nilai *alpha* 0,05 artinya tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal multivariat, dengan hasil uji HZ seperti pada Lampiran C. Apabila data tidak berdistribusi normal multivariat, selanjutnya monitoring proses akan dilakukan menggunakan diagram kendali univariat. Penggunaan diagram kendali univariat dalam penelitian ini selain untuk memonitoring proses, adalah juga untuk menangani data *outlier*.

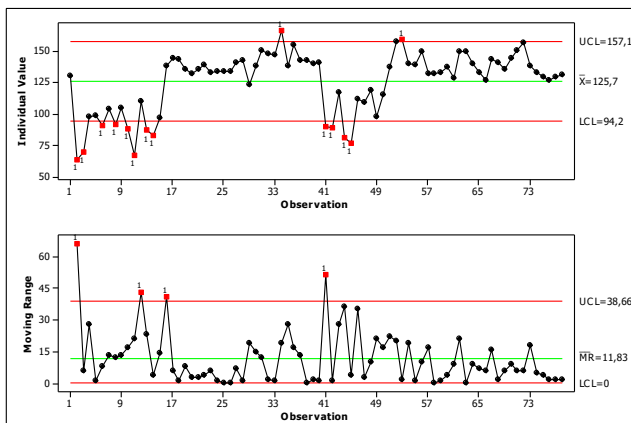
4.4 Pengendalian Proses Secara Univariat

Analisis secara univariat dilakukan tanpa mempertimbangkan hubungan antar variabel. Variabel pH dan TDS masing-masing akan dianalisis menggunakan diagram kendali Individual-

Moving Range (I-MR) untuk mengetahui apakah proses produksi telah terkendali secara statistik. Pengendalian porses statistik secara univariat dibutuhkan untuk mengidentifikasi pengamatan yang keluar dari batas kendali dan untuk menentukan batas kendali untuk memantau pengamatan selanjutnya. Gambar 4. 1 **Error! Reference source not found.**menunjukkan hasil monitoring untuk variabel pH dan Gambar 4. 2 untuk variabel TDS.



Gambar 4. 1. Diagram Kendali I-MR pH



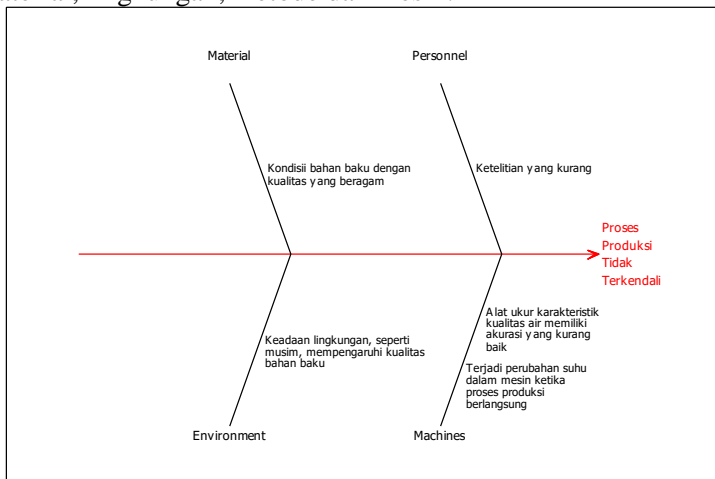
Gambar 4. 2. Diagram Kendali I-MR TDS

4.4.1. Evaluasi Variabilitas Proses dengan Diagram Kendali *Moving Range*

Diagram kendali *Moving Range* digunakan untuk mengontrol variabilitas proses. Apabila terdapat titik pengamatan yang melebihi batas, artinya variabilitas proses produksi belum terkendali secara statistik.

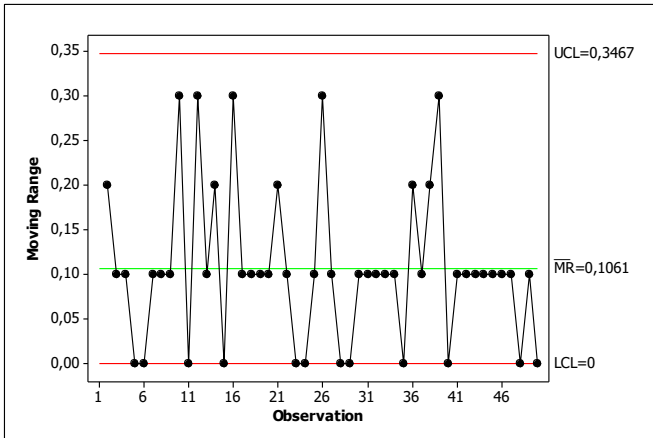
Pada Gambar 4. 1 diketahui bahwa terdapat dua titik pengamatan yang melebihi batas kendali atas, yaitu pada pengamata ke-31 dan 72. Lalu pada Gambar 4. 2 diketahui terdapat 4 titik yang keluar dari batas kendali yaitu pada pengamatan ke-2, 12, 16, dan 41. Hal tersebut menunjukkan bahwa variabilitas proses belum terkendali secara statistik.

Adapun masalah yang menjadi penyebab adanya proses yang tidak terkendali adalah seperti yang tertera pada diagram Ishikawa pada Gambar 4.3. Beberapa penyebab adanya pengamatan yang *out of control* yang dikelompokkan ke dalam 5 faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah faktor manusia, material, lingkungan, metode dan mesin.

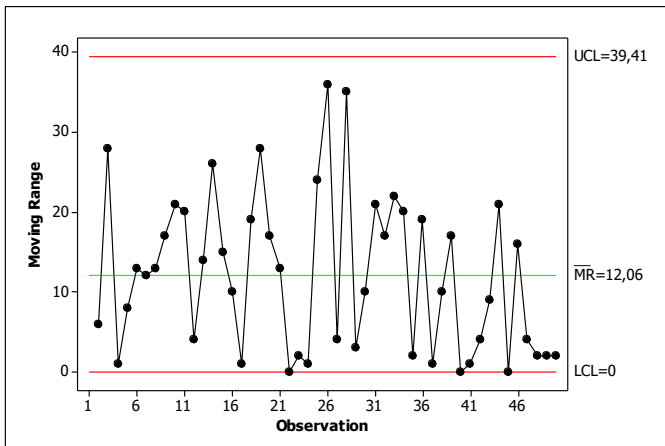


Gambar 4. 3. Diagram Ishikawa Penyebab Proses Tidak Terkendali

Pada faktor manusia/*personnel* masalah yang dihadapi adalah kurang telitnya pekerja dalam melakukan pengaturan pada mesin, serta pada saat pengukuran karakteristik kualitas. Faktor *environment* dan *material* berhubungan satu sama lain, karena beragamnya kualitas bahan baku diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang berubah-ubah.



Gambar 4. 4. Diagram Kendali *Moving Range* pH



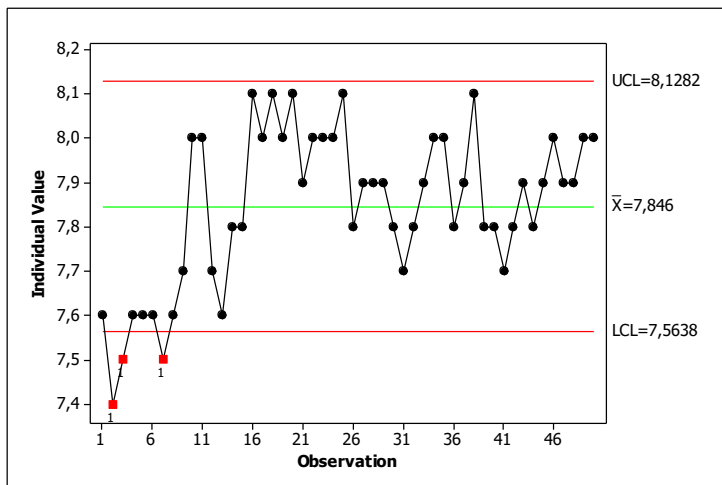
Gambar 4. 5. Diagram Kendali *Moving Range* TDS

Setelah titik-titik pengamatan yang melebihi batas kendali diketahui penyebabnya, maka proses diperbaiki dan diharapkan kondisi proses dapat terkendali. Lalu dibuat peta kendali baru dengan hasil seperti pada Gambar 4. 4 dan Gambar 4. 5.

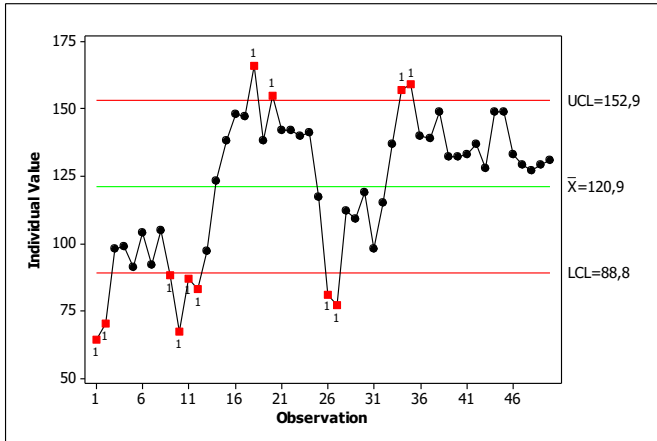
4.4.2. Evaluasi Rata-Rata Proses dengan Diagram Kendali Individual

Monitoring rata-rata proses sebelumnya telah dilakukan menggunakan diagram kendali individual pada Gambar 4.1 dan 4.2. Hasilnya adalah rata-rata proses pada kedua variabel belum terkendali secara statistik. Pada variabel pH terdapat 13 pengamatan yang berada di luar batas kendali, yaitu pada pengamatan ke-3, 4, 8, 31, 64-69, 71, 72, dan 74. Selanjutnya pada variabel TDS terdapat 14 titik, yaitu pada titik ke- 2, 3, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 34, 41, 42, 44, 45, dan 53

Sebelumnya pengendalian variabilitas proses telah dilakukan hingga variabilitas proses terkendali secara statistik. Evaluasi rata-rata proses dilakukan berdasarkan hasil data yang variabilitas prosesnya telah terkendali secara statistik, dengan hasil sebagai berikut.

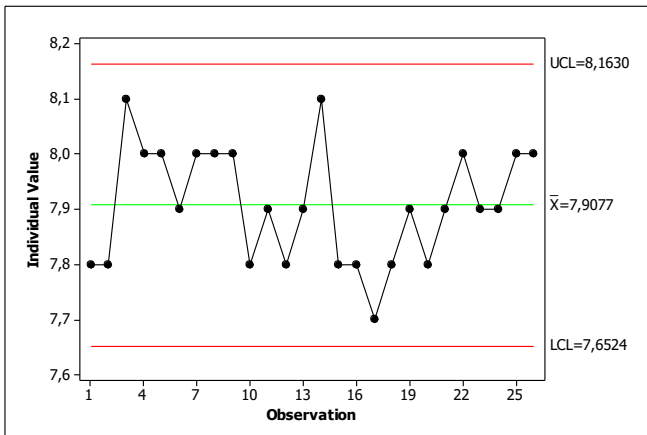


Gambar 4. 6. Diagram Kendali Individual pH

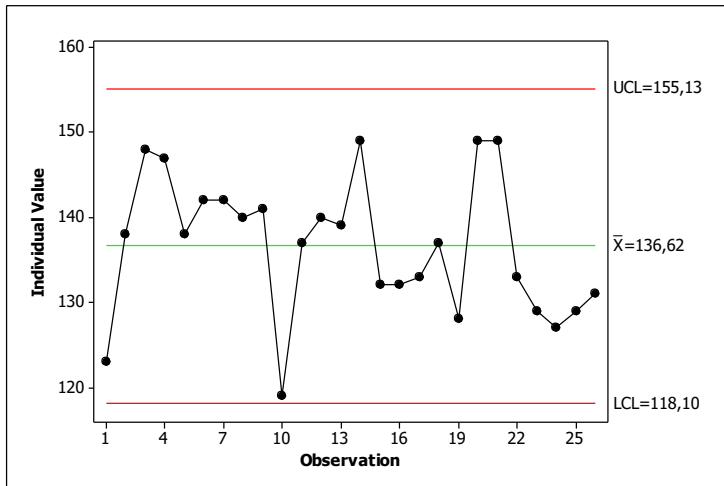


Gambar 4. 7. Diagram Kendali Individual TDS

Berdasarkan Gambar 4. 6 dan Gambar 4. 7 diketahui bahwa rata-rata proses produksi AMDK A3 belum terkendali secara statistik. Pada variabel pH terdapat 3 titik yang melebihi batas kendali adalah pada pengamatan ke-2, 3 dan 7. Lalu pada variabel TDS terdapat 12 titik yaitu pada pengamatan ke-1, 2, 9, 10, 11, 12, 18, 20, 26, 27, 34, dan 35.



Gambar 4. 8. Diagram Kendali Individual pH setelah Perbaikan



Gambar 4.9. Diagram Kendali Individual TDS setelah Perbaikan

Adapun penyebab titik-titik pengamatan yang melebihi batas kendali adalah seperti yang tertera pada Gambar 4. 3. Pada faktor *machine* yaitu adanya perubahan suhu dalam mesin saat proses produksi sedang berlangsung. Selain itu alat ukur yang digunakan untuk mengukur karakteristik kualitas produk memiliki akurasi yang kurang baik.

Apabila penyebabnya telah diketahui, maka pengamatan yang keluar batas kendali dapat dihilangkan dari proses. Selanjutnya dibuat diagram kendali individual baru, dengan harapan rata-rata proses dapat terkendali, dengan hasil seperti pada Gambar 4. 8 dan 4.9.

4.5 Pengendalian Proses Secara Multivariat

Analisis secara multivariat digunakan untuk menganalisis variabel karakteristik kualitas secara bersamaan, tanpa mengabaikan hubungan antar variabel. Hal ini dilakukan karena diinginkan pengendalian kualitas yang lebih teliti. Diagram *Improved Generalized Variance* digunakan untuk mengevaluasi

variabilitas proses, dan diagram kendali T^2 Hotelling digunakan untuk rata-rata proses.

Proses yang dievaluasi menggunakan diagram kendali multivariat merupakan proses yang telah mengalami perbaikan sebelumnya, melalui evaluasi menggunakan diagram kendali univariat. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengeliminasi data-data *outlier* yang menjadi penyebab proses tidak terkendali, sehingga diperoleh data seperti pada Lampiran D. Sebelumnya, perlu dilakukan pemeriksaan asumsi normal multivariat pada data pengamatan.

4.5.1. Uji Normalitas Data Setelah Perbaikan

Apabila monitoring proses dilakukan menggunakan diagram kendali multivariat *Improved Generalized Variance* dan T^2 Hotelling, data harus berdistribusi normal multivariat agar hasil yang diperoleh tidak bias. Maka dari itu pengujian normalitas data secara multivariat dilakukan menggunakan Heinzer Zikler dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : x_1, x_2, \dots, x_p berdistribusi normal multivariat

H_1 : x_1, x_2, \dots, x_p tidak berdistribusi normal multivariat

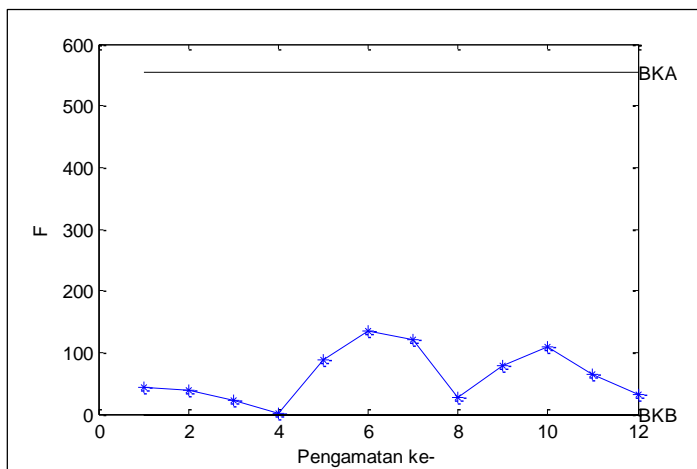
Diperoleh *P-Value* 0,642 dengan nilai HZ tercantum pada Lampiran E. *P-Value* menunjukkan nilai lebih dari alpha 0,05 artinya gagal tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal multivariat. Data telah memenuhi asumsi normal multivariat sehingga monitoring variabilitas proses menggunakan diagram kendali *Improved GV* dan T^2 Hotelling dapat dilakukan.

4.5.2. Evaluasi Variabilitas Proses dengan Diagram Kendali *Improved Generalized Variance*

Diagram kendali *Improved Generalized Variance* salah satu alat yang digunakan untuk mengontrol variabilitas suatu proses berdasarkan pengamatan individu. Pengendalian variabilitas proses harus dilakukan terlebih dahulu sebelum pengendalian rata-rata proses. Adapun statistik yang digunakan adalah selisih antar vektor pengamatan seperti pada persamaan

(2.3). Menggunakan *syntax* pada Lampiran F diketahui hasil variabilitas proses produksi AMDK A3 pada Bulan Juni – September 2017 seperti pada Gambar 4. 10.

Penghitungan batas kendali atas (BKA) menghasilkan nilai sebesar 553,9 dan batas kendali bawah (BKB) bernilai 0. Berdasarkan BKA dan BKB yang telah diperoleh, tidak ada titik pengamatan yang keluar/melebihi batas kendali. Hal ini memberikan informasi bahwa variabilitas proses pada produksi AMDK A3 telah terkendali secara statistik.



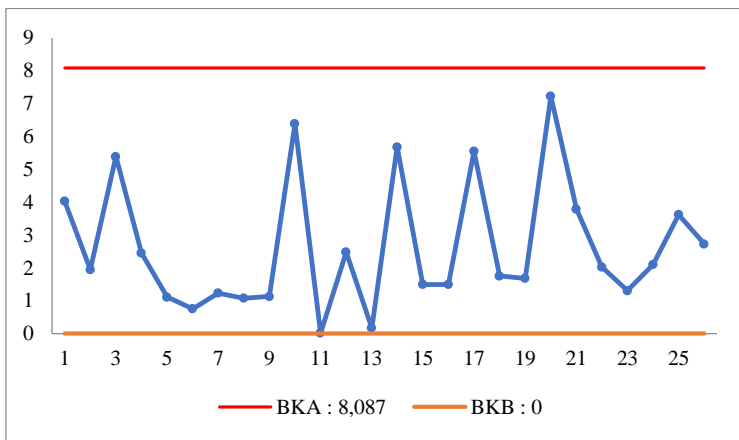
Gambar 4. 10. Diagram Kendali *Improved Generalized Variance* Proses Produksi A3 Setelah Perbaikan

4.5.3. Evaluasi Rata-Rata Proses dengan Diagram Kendali T^2 Hotelling

Pada analisis diagram kendali *Improved Generalized Variance* sebelumnya, diperoleh hasil bahwa variabilitas proses produksi AMDK A3 telah terkendali secara statistik. Selanjutnya pergeseran rata-rata proses dianalisis dengan menggunakan diagram kendali T^2 Hotelling.

Apabila terdapat dua karakteristik kualitas, dan monitoring dilakukan secara individual maka akan menghasilkan sebuah daerah kendali berbentuk persegi, sehingga terdapat

kemungkinan untuk menimbulkan *false alarm*. Maka pengendalian proses menggunakan diagram kendali T^2 Hotelling digunakan untuk mengevaluasi apakah ada hubungan yang bermasalah antar variabel. Adapun statistik pada diagram kendali ini adalah T^2 menggunakan persamaan (2.4) dengan hasil seperti pada Lampiran G. Berikut adalah diagram kendali T^2 Hotelling yang terbentuk.



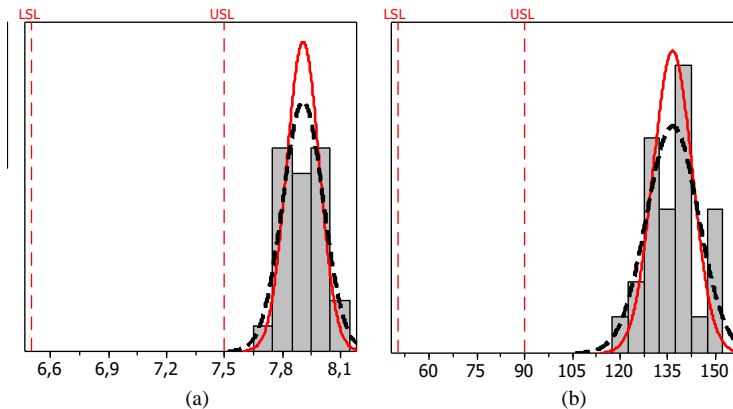
Gambar 4. 11. Diagram Kendali T^2 Hotelling Proses Produksi A3 Setelah Perbaikan

Nilai BKA dan BKB secara berurutan adalah sebesar 8,08 dan 0 dengan. Diagram kendali T^2 Hotelling pada Gambar 4. 11 menunjukkan bahwa proses telah terkendali secara statistik. Perbaikan-perbaikan yang dilakukan saat pengendalian kualitas dilakukan secara univariat menghasilkan proses yang terkendali secara multivariat, sehingga identifikasi penyebab adanya data *out of control* tidak perlu dilakukan. Meskipun demikian, data yang dieliminasi saat pengendalian kualitas secara individual cukup banyak, artinya untuk mencapai proses yang terkendali seperti ini, perusahaan perlu melakukan perbaikan dan *improvement* dalam proses produksinya.

4.6 Kapabilitas Proses

Kebaikan suatu proses dapat dilihat melalui sebuah ukuran kuantitatif, yaitu indeks kapabilitas proses. Proses dikatakan baik apabila memenuhi tiga kriteria, yaitu terkendali secara statistik, kedekatan suatu pengamatan dengan pengamatan lain dengan nilai $C_p > 1$, dan nilai akurasi tinggi dengan nilai $C_{pk} > 1$.

Vektor rata-rata dan variabilitas proses produksi AMDK A3 pada bulan Juni – September 2017 telah terkendali secara statistik setelah melalui beberapa perbaikan. Menggunakan persamaan (2.5) diperoleh indeks kapabilitas secara univariat atau nilai C_p untuk variabel pH dan TDS secara berurutan adalah 1,96 dan 1,08. Presisi variabel pH dan TDS telah baik karena C_p bernilai lebih dari satu. Artinya variabilitas pada kedua variabel tersebut kecil. Sebaliknya akurasi produk cukup buruk karena C_{pk} pada kedua variabel bernilai negatif, artinya produksi tidak sesuai target yang telah ditentukan perusahaan. Nilai C_p dan C_{pk} tercantum pada Lampiran H.



Gambar 4. 12. Kapabilitas Proses Variabel (a)pH (b)TDS

Selanjutnya indeks kapabilitas proses secara multivariat berdasarkan variabilitasnya (MC_p) dapat diketahui menggunakan persamaan (2.7). Berdasarkan indeks kapabilitas univariat,

diperoleh nilai MC_p sebesar 1,52. Artinya presisi proses baik karena variabilitas produk kecil. Lalu indeks kapabilitas proses multivariat berdasarkan rata-rata dapat diperoleh menggunakan persamaan (2.8). Berdasarkan nilai C_{pk} variabel pH dan TDS yang tertera pada Lampiran H diperoleh nilai MC_{pk} sebesar -2,06 artinya akurasi proses kurang baik, atau rata-rata yang dihasilkan dari proses ini belum memenuhi target yang telah ditentukan. Hal ini menghasilkan kapabilitas proses yang belum baik.

Penjelasan terhadap nilai MC_{pk} yang bernilai negatif diperoleh melalui Gambar 4. 12. (a) dan (b), gambar tersebut menunjukkan bahwa puncak histogram berada di luar batas spesifikasi yang ditentukan oleh perusahaan. Hal ini terjadi karena perusahaan mempersempit batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh Badan Standardisasi Nasional demi mendapatkan kualitas produk yang lebih baik. Artinya walaupun hasil produksi berada di luar spesifikasi perusahaan, AMDK A3 Fresh O_2 masih memenuhi spesifikasi BSN sehingga tergolong aman untuk dikonsumsi. Adapun hasil kapabilitas proses apabila menggunakan batas spesifikasi dari BSN adalah seperti yang tertera pada Lampiran I.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan pada BAB IV, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Analisis univariat menggunakan diagram kendali *Moving Range* dan *Individual* mengindikasikan bahwa variabilitas dan rata-rata proses belum terkendali secara statistik, sehingga perlu dilakukan penanganan pada penyebab data *out of control*. Proses yang telah diperbaiki dengan eliminasi data-data *outlier/out of control* menggunakan diagram kendali univariat dapat dianalisis menggunakan diagram kendali *Improved Generalized Variance* dan T^2 Hotelling. Hasil yang diperoleh adalah variabilitas dan rata-rata proses terkendali secara statistik.
2. Kapabilitas proses produksi AMDK A3 Fresh O₂ di CV. Karunia Jaya belum baik, meski presisi pada proses telah baik namun nilai akurasi masih rendah. Meskipun begitu, A3 Fresh O₂ memenuhi persyaratan dari Badan Standardisasi Nasional sehingga masih aman dikonsumsi.
3. Tidak terkendalinya proses produksi disebabkan oleh empat faktor yaitu, personel/manusia, bahan baku, lingkungan dan mesin yang di dalamnya termasuk pula alat ukur untuk karakteristik kualitas produk.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil analisis, saran yang diberikan kepada CV. Karunia Jaya adalah sebagai berikut.

1. Evaluasi terhadap proses produksi harus dilakukan secara berkala, sehingga penanganan terhadap produk yang tidak sesuai spesifikasi dapat segera dilakukan.
2. Kalibrasi terhadap alat ukur dan pelatihan terhadap pekerja diperlukan agar resolusi data serta kemampuan pekerja dalam membaca hasil pengukuran dapat ditingkatkan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Djauhari, M. A. (2010, October). A Multivariate Process Variability Monitoring Based on Individual Observations. *Vol 4*, 91-96.
- Effendi, H. (2007). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Manajemen Operasi* (9 ed.). (C. Sungkono, Penerj.) Jakarta: Salemba Empat.
- Johnson, R. A., & Winchern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Korkmaz, S., Goksuluk, D., & Zararsiz, G. (2014). MVN: An R Package for Assessing Multivariate Normality. *The R Journal*, *Vol 6/2*, 2-3.
- Mitra, A. (1993). *Fundamentals of Quality Control*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*. New Jersey: John Wiley Sons.
- Raissi, S. (2009). Multivariate process capability indices on the presence of priority for quality characteristics. *Journal of Industrial Engineering International*, *Vol. 5, No. 9*, 27-36.
- Rao, O. M., Subbaiah, K., Rao, K., & Rao, T. (2013). Application of Multivariate Control Chart for Movement in Quality of Hotmetal - Case Study. *International Journal for Quality Research*, 623-638.
- Riwu, W. P. (2017). Perkembangan Industri dan Penerapan SNI Air Minum Dalam Kemasan Secara Wajib. *Sosialisasi Penerapan SNI Wajib Air Minum Kemasan*. Kementerian Perindustrian Indonesia.
- Sawka, M., Chevront, S., & Carter, R. (2005, June). Human Water Needs. *Nutrition Reviews*, *63*, 30-39.

- Wahyuningsih, N., & Pusedikarta, D. (2005). *Analisis Pengendalian Kualitas Multivariat*. Surabaya: Jurusan Matematika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wardhani, N. R. (2017). *Penerapan Diagram Kontrol Multivariat Pada pengendalian Kualitas Proses Produksi Air di PDAM Surabaya*. Surabaya: Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3

No Pengamatan	pH	TDS
1	7,7	130
2	7,6	64
3	7,4	70
4	7,5	98
5	7,6	99
6	7,6	91
7	7,6	104
8	7,5	92
9	7,6	105
10	7,7	88
11	8	67
12	8	110
13	8	87
14	7,7	83
15	7,6	97
16	7,9	138
17	7,8	144
18	7,8	143
19	7,8	135
20	7,9	132
21	7,8	135
22	7,9	139
23	8,1	133

**Lampiran A1. Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3
(Lanjutan)**

No Pengamatan	pH	TDS
24	7,9	134
25	7,9	134
26	7,8	134
27	7,9	141
28	7,9	142
29	7,8	123
30	7,8	138
31	8,3	150
32	8,1	148
33	8	147
34	8,1	166
35	8	138
36	8,1	155
37	7,9	142
38	8	142
39	8	140
40	8	141
41	7,8	90
42	7,8	89
43	8,1	117
44	7,8	81
45	7,9	77
46	7,9	112
47	7,9	109

**Lampiran A2. Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3
(Lanjutan)**

No Pengamatan	pH	TDS
48	7,8	119
49	7,7	98
50	7,8	115
51	7,9	137
52	8	157
53	8	159
54	7,8	140
55	7,9	139
56	8,1	149
57	7,8	132
58	7,8	132
59	7,7	133
60	7,8	137
61	7,9	128
62	7,8	149
63	7,9	149
64	8,3	140
65	8,3	133
66	8,4	127
67	8,5	143
68	8,6	141
69	8,4	135
70	7,9	150
71	8,5	144

Lampiran A3. Data Kualitas Air Minum Dalam Kemasan A3
(Lanjutan)

No Pengamatan	pH	TDS
72	8,4	150
73	7,9	156
74	8,3	138
75	8	133
76	7,9	129
77	7,9	127
78	8	129
79	8	131

Lampiran B. Output Uji Bartlett

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	23,864
	df	1
	Sig.	,000

Lampiran C. Hasil Tes Normalitas

\$multivariateNormality				
	Test	HZ	p value	MVN
1	Henze-Zirkler	3.86178	9.458327e-09	NO
\$univariateNormality				
	Test	variable	Statistic	p value Normality
1	Shapiro-wilk	pH	0.9366	7e-04 NO
2	Shapiro-wilk	TDS	0.8987	<0.001 NO

Lampiran D. Data Kualitas AMDK setelah Perbaikan Proses

No	pH	TDS
1	7,8	123
2	7,8	138
3	8,1	148
4	8	147
5	8	138
6	7,9	142
7	8	142
8	8	140
9	8	141
10	7,8	119
11	7,9	137
12	7,8	140
13	7,9	139
14	8,1	149
15	7,8	132
16	7,8	132
17	7,7	133
18	7,8	137
19	7,9	128
20	7,8	149
21	7,9	149
22	8	133
23	7,9	129
24	7,9	127
25	8	129
26	8	131

Lampiran E. Hasil Tes Normalitas setelah Perbaikan Proses

```

$multivariateNormality
      Test      HZ    p value MVN
1 Henze-Zirkler 0.3535763 0.6425933 YES

$univariateNormality
      Test  Variable  Statistic    p value Normality
1 Shapiro-wilk  pH          0.9045    0.0197    NO
2 Shapiro-wilk  TDS          0.9634    0.4632    YES

```

Lampiran F. *Improved Generalized Variance Syntax*

```

clear all;
clc

%input data
data=xlsread('E:/TUKHIR/INCON.xlsx');
alpha=0.0054;
m=12;
F=zeros(12,1);
SHDS=cov(data(1:14,:));

%Menghitung Nilai Matrix Var Cov
for i=1:12
    SSADSk=(12+i)*cov(data(1:13+i,:));
    SSADSk1=(13+i)*cov(data(1:14+i,:));
    D=SSADSk1-SSADSk;
    F(i)=sqrt(trace(D^2));
end
F=F';

```

Lampiran F1. Improved Generalized Variance Syntax (Lanjutan)

```

%Menghitung Batas Kendali
c=(trace(SHDS^2))/(trace(SHDS));
r=((trace(SHDS))^2)/(trace(SHDS^2));
ucl=c*(chi2inv(1-alpha,floor(r)));
lcl=0;

%Diagram kontrol
bka(1:12)=ucl;
bkb=zeros(12);

x=1:12;
y=F;
plot(x,y,'b*-',x,bka,'k-',x,bkb,'k-')
xlabel('Pengamatan ke-')
ylabel('F')
text(12,ucl,'BKA')
text(12,lcl,'BKB')

Jumlah Pengamatan yang Keluar Batas
Kontrol
for i=1:12
if(F(i)>ucl | F(i)<lcl)
o(i)=1; else o(i,1)=0;
end;
end;
out=sum(o)

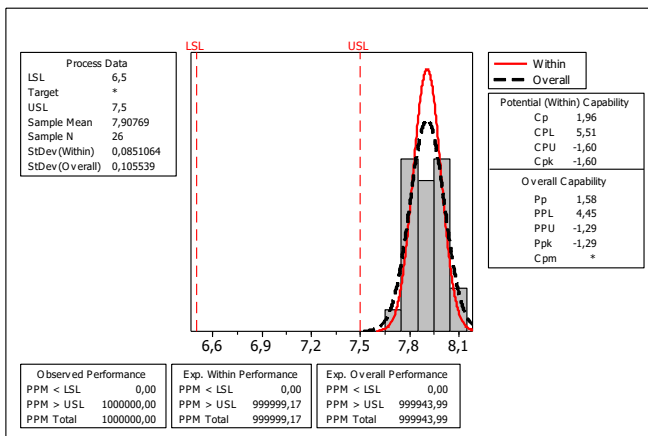
%Pengamatan yang Keluar Batas Kontrol
for i=1:12
if(F(i)>ucl) | (F(i)<lcl)
obs(i)=i; else obs(i)=0;
end;
end;
obs_out=obs;

```

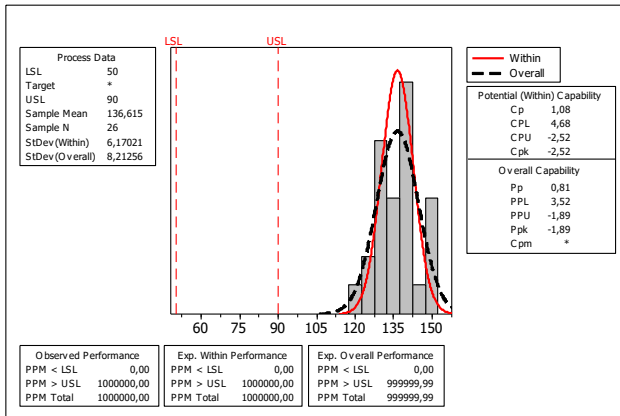
Lampiran G. Statistik T² Hotelling

No	T2	No	T2
1	4.025784	14	5.677968
2	1.950042	15	1.497054
3	5.385024	16	1.497054
4	2.451657	17	5.548177
5	1.109143	18	1.755721
6	0.75624	19	1.678852
7	1.230525	20	7.224491
8	1.074776	21	3.788321
9	1.128886	22	2.02682
10	6.38542	23	1.304012
11	0.01634	24	2.101221
12	2.481271	25	3.616485
13	0.169713	26	2.726594

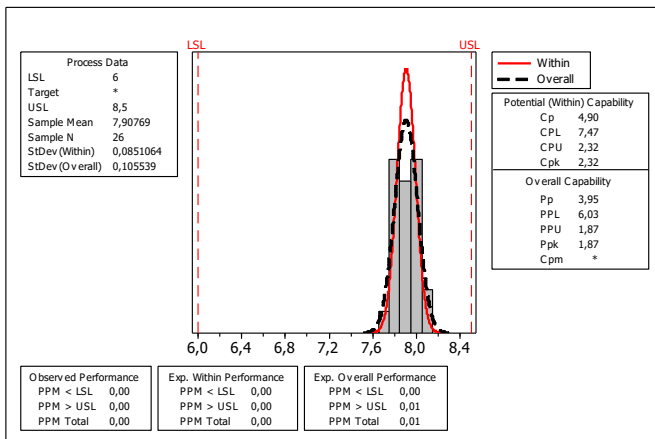
Lampiran H. Kapabilitas Proses pH menggunakan Batas Spesifikasi Perusahaan



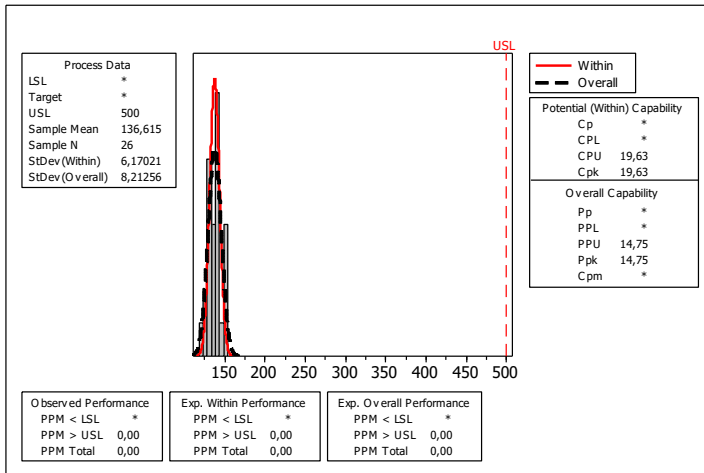
Lampiran H1. Kapabilitas Proses TDS menggunakan Batas Spesifikasi Perusahaan



Lampiran I. Kapabilitas Proses pH menggunakan Batas Spesifikasi BSN



Lampiran II. Kapabilitas Proses TDS menggunakan Batas Spesifikasi BSN



Lampiran J. Unbiasing Constants

n	d₂	D₃	D₄
2	1,128	0	3,267
3	1,693	0	2,574
4	2,059	0	2,282
5	2,326	0	2,114
6	2,534	0	2,004
7	2,704	0,204	1,924
8	2,847	0,388	1,864
9	2,97	0,547	1,816
10	3,078	0,687	1,777

Lampiran J. Surat Keterangan Publikasi

SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMKSD-ITS dengan identitas berikut :

Nama : Vidya Sukma Fitriyawan
NRP : 062 114 4000 0036

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : CV. Karunia Jaya
Divisi/bagian : Divisi Quality Control

sejak tanggal 19 Maret 2018 sampai dengan 30 Mei 2018 untuk keperluan Tugas Akhir Semester Genap 2017/2018.

2. Tidak Keberatan / ~~Keberatan~~* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir mahasiswa Statistika yang akan disimpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. Tidak Keberatan / ~~Keberatan~~* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E journal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Bondowoso, Juli 2018
Quality Control Manager



CV. KARUNIA JAYA
(Mohamad Anas Luthfi)

*(coret yang tidak perlu)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Vidya Sukma Fitriyawan. Lahir di Bondowoso pada tanggal 24 Februari 1996, pernah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 1 Kotakulon Bondowoso. SMP Negeri 1 Bondowoso. SMA Negeri 10 Malang (Sampoerna Academy). Penulis memulai pendidikan di Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014. Penulis yang menggemari seni rupa ini pernah aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan diantaranya adalah sebagai Kordinator Putri di divisi Syiar dan Media Informasi di organisasi FORSIS ITS. Selain itu penulis juga menjadi bagian dari kepanitiaan acara nasional Departemen Statistika yaitu Pekan Raya Statistika sebagai Koordinator Publikasi dan Dokumentasi. Untuk saran, kritik dan diskusi mengenai tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui email vidyasukma@gmail.com.