TUGAS AKHIR- SS145561

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI MINYAK GORENG FILMA DI PT. SMART TBK SURABAYA (SINAR MAS AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK)

Yosi Wadityowati

NRP 10611500000075

Pembimbing

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

TUGAS AKHIR- SS145561

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI MINYAK GORENG FILMA DI PT. SMART TBK SURABAYA (SINAR MAS AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK)

Yosi Wadityowati

NRP 10611500000075

Pembimbing

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

FINAL PROJECT- SS145561

CAPABILITY ANALYSIS OF PRODUCTION PROCESS FILMA COOKING OIL IN PT. SMART TBK SURABAYA (SINAR MAS AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK)

Yosi Wadityowati

NRP 10611500000075

Supervisor

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Study Programme of Diploma III
Departement of Bussiness Statistics
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI MINYAK GORENG FILMA DI PT. SMART TBK SURABAYA (SINAR MAS AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
Yosi Wadityowati
NRP 10611500000075

Surabaya, 30 Mei 2018

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.
NIP. 19610311 198701 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS

Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si
NIP. 19740328 199802 1 001

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI MINYAK GORENG FILMA DI PT. SMART TBK SURABAYA (SINAR MAS AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK)

Nama Mahasiswa : **Yosi Wadityowati**
NRP : **10611500000075**
Departemen : **Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS**
Pembimbing : **Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih,MT.**

Abstrak

PT. Sinarmas Agro Resource and Technology Tbk merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pengelolaan kelapa sawit terbesar di Indonesia.Berbagai macam produk yang telah dihasilkan oleh perusahaan, antara lain minyak goreng Filma, Kunci Mas, Menara, Mitra, Masku, margarine Filma, Pamboon, Goodfry, Menara, Delico, Delicoa dan shortening,dimana minyak goreng merk Filma merupakan produk unggulan, apabila hasil produksi tidak sesuai dengan batas spesifikasi, maka minyak tersebut tidak dapat dikategorikan sebagai minyak goreng kualitas Filma, namun dikategorikan minyak goreng kualitas Kunci Mas, akibatnya harga jual minyak goreng juga ikut menurun, hal ini akan mengurangi keuntungan perusahaan, agar dapat mempertahankan minyak goreng kualitas Filma perlu dilakukan pegendalian kualitas.Penelitian ini bertujuan umtuk mengetahui kapabilitas proses produksi minyak goreng Filma dan mengetahui faktor penyebab ketidaksesuaian, dimana hasil produksi minyak goreng Filma pada Bulan Desember 2017 diperoleh nilai Cp sebesar 6.05 dan Bulan Januari 2018 sebesar 7.11, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi telah kapabel. Penyebab utama terjadinya ketidaksesuaian adalah bahan baku Crude Palm Oil yang digunakan apabila CPO yang berkulitas baik mengalami absorbsi dan kontaminasidengan CPO yang kualitasnya kurang baik dapat mengkibatkan tingginya kadar air yang terkandung dalam minyak.

Kata Kunci : Analisis Kapabilitas Proses, Peta Kendali M,Peta Kendali T^2 Hotelling.

CAPABILITY ANALYSIS OF PRODUCTIONPROCESS FILMA COOKING OIL IN PT.SMART TBK SURABAYA (SINAR MAS AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK)

Name : YosiWadityowati
NRP : 10611500000075
Department : Bussiness SatisticsFaculty of Vocations ITS
Supervisor :Dra.SriMumpuniRetnaningsih, MT.

Abstract

PT. sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk is one of the largest oil palm companies in Indonesia. Various products that have been produced by the company, among others Filma cooking oil, Kunci Mas, Menara, Mitra, Masku, Filma margarine, Pamboon, Goodfry, Menara, Delico, Delicoa, and Shortening, where Filma cooking oil is a superior product, if production is not in accordance with the specification limits, then the oil can not be categorized as Filma quality cooking oil, but categorized Kunci Mas cooking oil quality, consequently the selling price of cooking oil also decreased, this will reduce the company profit, in order to maintain the quality cooking oil Filma quality control needs to be done.The methods used in this research are correlation test, and normal distribution test, followed by M control chart to monitoring process variability, as well as individual T^2 hotteling control chart for process mean, and process capability analysis to know precision value and accuracy. The purpose of this research is to know the capability of Filma cooking oil production process and to know the causal factor of nonconformity, where the production of Filma cooking oil in December 2017 is obtained Cp value of 6.05 and January 2018 is 7.11, so it can be concluded that production process has been capable. The main cause of nonconformity is raw material of Crude Palm Oil which is used if good quality CPO has absorption and contamination with poor quality CPO can result in high water content contained in oil.

Keywords *: Filma Cooking Oil, M Control Chart,Process Capability, T^2 Hotteling Control Chart.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada Penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Analisis Kapabilitas Proses Produksi Minyak Goreng Filma di PT. SMART Tbk Surabaya.**" untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya pada Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tidak lupa Penulisucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, pihak-pihak diantaranya :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan wejangan serta motivasi yang sangat berarti bagi Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir
2. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITSdan penguji Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan saran-saran untuk laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Mike Prastuti, S.Si., M.Si selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk Laporan Tugas Akhir.
4. Ir. Sri Pingit Wulandari, M.si selaku Kepala Progam Studi Diploma III Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang banyak mmbantu memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
5. Dr. Brodjol Sutijo S.U, M.Si selaku dosen wali sekaligus Sekertaris Departemen yang selalu memberikan dukungan dan motivasi pada penulis.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan sarana prasarana selama masa perkuliahan.
7. Bapak Moh.Alamsyah selaku GA *Officer*PT.SMART Tbk yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk dapat melaksanakan penelitian Tugas Akhir.

8. Bapak Hartono Santoso selaku kepala bagian *Process Engineering*dan pembimbing lapangan, serta Bapak Faris Suntoro selaku co pembimbing lapangan yang telah membimbing penulis selama Tugas Akhir di PT.SMART Tbk dan memberikan wejangan serta pengetahuan-pengetahuan dalam dunia kerja yang belum diketahui oleh penulis sebelumnya.
9. Bapak Giyatno selaku kepala bagian *Quality Control* yang telah membimbing penulis dalam Tugas Akhir.
10. Ayah Sudjarwadi, Ibu Sulistiowati dan Adek Narendra tercinta, yang selalu memberikan semangat, motivasi dan dukungan baik secara moril maupun materil, serta doa yang tiada henti supaya penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikanTugas Akhir.
11. Muhammad Wahdani Insanto yang telah sabar menemani dan selalu menyemangati penulis serta setia mengantarkan penulis kemanapun tanpa kenal lelah.
12. Astry, Ajeng, Fella, Nastiti, Maya, Adinda, Syafa, Nabilah, Dianyang telah memberikan semangat dan menghibur disaat penulis sedang merasa *low motivation*
13. Seluruh teman-teman Statistika Bisnis khususnya angkatan 2015 "HEROES" yang telah memberikan pengalaman dan kenangan-kenangan berharga.
14. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

PenulismenyadaribahwalaporanTugasAkhirinimasihjauhdarikata sempurna, olehkarenaitupenulis sangat mengharapkankritikdan saran yang membangun dari pihak pembaca sebagai bahan perbaikan untuk penulisan berikutnya.Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat.

Surabaya, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman
HALAMAN JUDUL i
TITLE PAGE v
LEMBAR PENGESAHAN vii
ABSTRAK ix
ABSTRACT xi
KATA PENGANTAR xiii
DAFTAR ISI xv
DAFTAR TABEL xvii
DAFTAR GAMBAR xix
DAFTAR LAMPIRAN xxi
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Analisis Multivariat 5
2.1.1 Dependensi Variabel 5
2.1.2 Distribusi Normal Multivariat 6
2.1.3 Homogenitas Varians Kovarians 7
2.1.4MANOVA*(Multivariate Analysis of Variance*) 8
2.2 Pengendalian Kualitas Statistika 10
2.2.1 Peta Kendali M 11
2.2.2 Peta Kendali T^2*Hotelling* Individu 12
2.3 Analisis Kapabilitas Proses 13
2.4 Diagram Sebab Akibat (Diagram Ishikawa) 14
2.5 PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology 15
2.5.1 *Crude Palm Oil* 16
2.5.2 *Olein* (Minyak Goreng) 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Sumber Data 21
3.2 Variabel Penelitian 21

3.3 Struktur Data..... 22
3.4 Langkah Analisis 23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN
4.1 Analisis Pengendalian Kualitas Fase I 27
4.1.1 Analisis Asumsi Peta Kendali Multivariat 27
4.1.2 Analisis Peta Kendali M..... 29
4.1.3 AnalisisPeta Kendali T^2 Hotelling Indvidu 31
4.1.4 Kapabilitas Proses Produksi
Minyak Goreng Filma 32
4.2 Analisis Pengendalian Kualitas Fase II..... 33
4.2.1 Analisis Asumsi Peta Kendali Multivariat 33
4.2.2 AnalisisPeta Kendali M..... 35
4.2.3 *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* 36
4.2.4 AnalisisPeta Kendali T^2 Hotelling Indvidu 38
4.2.5 *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* 39
4.2.6 Kapabilitas Proses Multivariat Proses Produksi
Minyak Goreng Filma 41
4.2.7 Diagram Ishikawa Proses Produksi
Minyak Goreng Filma..... 41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan..... 43
5.2 Saran..... 44
DAFTAR PUSTAKA 45
LAMPIRAN..... 47
BIODATA PENULIS.....69

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 *Multivariate of Anova* **(**MANOVA)..... 9
Tabel 2.2 Tabel Daerah Kritis One-WayManova 9
Tabel 2.3 Struktur Data T^2*Hotteling* 12
Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian 22

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat 15
Gambar 2.2 *Crude Palm Oil* 16
Gambar 2.3 *Olein* 16
Gambar 2.4 Peta Proses Operasi Pembuatan Minyak Goreng 17
Gambar 3.1 Diagram Alir 24
Gambar 4.1 *Chi-Square* Plot Data Desember 2017 28
Gambar 4.2 Peta Kendali M Hasil Proses Produksi Desember 2017 29
Gambar 4.3 Peta Kendali M Perbaikan ke-1 30
Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 Hotteling Individu Bulan Desember 2017 31
Gambar 4.5 Peta Kendali T^2 Hotteling Individu Perbaikan ke-2 32
Gambar 4.6 *Chi-Square Plot* Data Januari 2018..... 34
Gambar 4.7 Peta Kendali M Hasil Proses Produksi Januari 2018..... 35
Gambar 4.8 Peta Kendali M Perbaikan ke-1 37
Gambar 4.9 Peta Kendali T^2 Hotteling Individu (a)Fase 1 38
Gambar 4.10 Peta Kendali T^2 Hotteling Individu (b) Fase 2 39
Gambar 4.11 Peta Kendali T^2 Hotteling Individu Perbaikan ke-2 41
Gambar 4.12 Diagram *Ishikawa* 42

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Data Proses Produksi Minyak Goreng Filma Bulan Desember 2017 Sebagai Fase 1 47
Lampiran 2 Data Proses Produksi Minyak Goreng Filma Bulan Januari 2018 Sebagai Fase 2..... 49
Lampiran 3 *Output* Dependensi Variabel Fase 1..... 52
Lampiran 4 *Output* Dependensi Variabel Fase 2..... 53
Lampiran 5 Program *Syntax* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat..... 54
Lampiran 6 *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 1 55
Lampiran 7 *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 2 56
Lampiran 8 Program *Syntax* Peta Kendali M 57
Lampiran 9 *Output* Statistik Uji M Data Desember 2017 59
Lampiran 10 *Output* Statistik Uji M Data Desember 2017 (Perbaikan Ke-1)..... 60
Lampiran 11 *Output* Statistik Uji M Data Januari 2018 61
Lampiran 12 *Output* Statistik Uji M Data Januari 2018 (Perbaikan ke-1)..... 62
Lampiran 13 Homogenitas Matriks Varian Kovarians Peta M 63
Lampiran 14 Homogenitas Matriks Varian Kovarians Peta T^2 Hotteling..... 64
Lampiran 15 *Output* Uji *Behrens-Fisher*Peta M 65
Lampiran 16 *Output* Uji *Behrens-Fisher* Peta T^2 Hotteling..... 66
Lampiran 17 Program *Syntax* Kapabilitas Multivariat Fase 1..... 67
Lampiran 18 Program *Syntax* Kapabilitas Multivariat Fase 2..... 68
Lampiran 19 Surat Penerimaan Perusahaan..... 71
Lampiran 20 Surat Keaslian Data..... 73

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia.Industri perkebunan kelapa sawit masih menjadi komoditas unggulan di Indonesia, terutama yang menghasilkan minyak kelapa sawit mentah atau CPO (*crude palm oil)*.Menurut data Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI), Indonesia masih tercatat sebagai eksportir terbesar di dunia hingga Tahun 2017.Dibuktikan dengan volume ekspor minyak sawit Indonesia, baik dalam bentuk CPO dan produk turunan lainnya dapat mencapai 16,6 juta ton, dimana jumlah tersebut naik 25% dibanding periode 2016 yang hanya mencapai 12,5 juta ton (GAPKI, 2017).Salah satu perusahaan pengelola kelapa sawit terbesar di Indonesia adalah PT.SMART Tbk atau yang biasa dikenal dengan PT.Sinarmas Agro Resource and Technology yang terletak di Jl. Rungkut Industri Raya no 19 Surabaya.

PT.SMART merupakan perusahaan yang berfokus pada produksi minyak sawit yang terintegrasi, mulai dari pembibitan, perkebunan, dan pengelolaan kelapa sawit menjadi produk-produk yang dipasarkan. Berbagai macam produk yang dihasilkan antara lain minyak goreng Filma, Kunci Mas, Menara, Mitra, Masku, Margarine Filma, Pamboon, Goodfry, Delico, Delicoa, dimana minyak goreng merk Filma merupakan produk unggulan.

Untuk menjaga mutu minyak goreng Filma diperlukan adanya pengendalian kualitas, karena apabila suatu proses produksi tidak dikendalikan dapat menimbulkan masalah, salah satunya dapat menyebabkan produk cacat atau keluar dari batas spesifikasi. Pengendalian kualitas adalah suatu usaha untuk mempertahankan kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan sehingga dapat diketahui jika terjadi penyimpangan proses produksi.

Selama ini, pengendalian mutu minyak goreng Filma dilakukan di bagian *Quality Control*dengan memperhatikan batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh Perusahaan, apabila hasil produksi tidak sesuai dengan batas spesifikasi, makaterjadi penurunan kualitas minyak, sehingga menyebabkan Perusahaan melakukan *downgrade* dari minyak kualitas Filma menjadi kualitas Kunci Mas. Akibatnya harga jual minyak goreng juga ikut menurun.Hal ini akan mengurangi keuntungan perusahaan, sehingga untuk dapat mempertahankan minyak goreng kualitas Filma perlu dilakukan pegendalian kualitas.

Indikator yang digunakan oleh PT.SMART Tbk untuk menentukan kualitas minyak goreng Filma antara lain FFA (*Free Fatty Acid)*, *Color*(warna), IV (*Ioudine Value),* M&I (*Moist & Impurities)*, CP (*Cloud Point)* dan PV (*Peroxide Value)*. Apabila hasil proses produksi tidak memenuhi salah satu indikator kualitas, maka minyak goreng tersebut tidak dapat dikategorikan kualitas Filma. Kejadian ini seringkali terjadi di PT.SMART Tbk sehingga perusahaan melakukan *downgrade* hingga menjadi beberapa kualitas di bawah Filma.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Putra (2017) tentang implementasi metode *lean six sigma* untuk mereduksi *waste* pada produk Filma 2L di PT.Sinar Mas Agro *Resources and Technology* Tbk Surabaya didapatkan hasil bahwa *waste* yang teridentifikasi pada proses produksi adalah *transportation* sebesar 3%, *motion* sebesar 20%, *waiting* sebesar 67%, dan *defects* sebesat 10%. Sedangkan penelitian lain yang pernah dilakukan oleh Anggraini (2017) mengenai analisis kapabilitas proses pengemasan minyak goreng diperoleh hasil bahwa kapabilitas menunjukkan bahwa Mesin 1, 2, dan 5 dapat dikatakan belum kapabel dalam memproduksi produk terbukti dengan nilai $P^{\%}{}_{PK}$ mesin 1 sebesar 0,4867, mesin 2 sebesar 0,2967, dan mesin 5 sebesar 0,5333 dan nilai $P^{\%}{}_{P}$ mesin 1 sebesar 0,6, mesin 2 sebesar 0,44, mesin 5 sebesar 0,64.

1.2 Perumusan Masalah (Permasalahan)

Filma merupakan salah satu produk unggulan di PT.SMART Tbk yang sudah dijamin kualitasnya.Pengendalian kualitas minyak goreng Filma dilakukan secara kimiawi di bagian *Quality Control* dengan memperhatikan batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan, apabila hasil produksi tidak sesuai dengan batas spesifikasi, maka terjadi penurunan kualitas minyak. Sehingga menyebabkan Perusahaan melakukan *downgrade* dari minyak kualitas Filma menjadi kualitas Kunci Mas, akibatnya harga jual minyak goreng juga ikut menurun, hal ini akan mengurangi keuntungan perusahaan, agar dapat mempertahankan minyak goreng kualitas Filma perlu dilakukan pegendalian kualitas. Hasil produksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi tidak dapat diketahui faktor penyebabnya, karena Perusahaan hanya melakukan analisa secara kimiawi, mengakibatkan tidak segera dilakukan perbaikan lebih lanjut, oleh karena itu pada penelitian ini akan dianalisis kapabilitas proses dan mengetahui faktor penyebab ketidaksesuaian hasil produksi.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kapabilitas proses produksi minyak goreng Filma.
2. Mengetahui penyebab-penyebab terjadinya ketidaksesuaian proses produksi minyak goreng Filma.

1.4 Batasan Masalah

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari Divisi *Quality Control di* PT.SMART Tbk. Produk yang akan diamati adalah minyak goreng merk Filma yang diproduksi pada bulan Desember 2017 dan bulan Januari 2018. Terdapat 6 indikator yang digunakan oleh perusahaan dalam penentuan kualitas minyak goreng, namun penelitian ini hanya menggunakan 4 indikator kualitas yaitu FFA*(Free Fatty*

*Acid),*IV*(Iodine Value),color (red),* dan PV*(Peroxide Value)* karena ke-empat indikator tersebut yang paling berpengaruh pada penentuan kualitas minyak goreng.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada PT. SMART terhadap kapabilitas proses yang ada di perusahaan saat ini agar dapat meningkatkan kualitas produk minyak goreng Filma.
2. Memberikan informasi kepada perusahaan tentang akar penyebab terjadinya ketidaksesuaiandan upaya yang harus dilakukan perusahaan pada produk minyak goreng Filma.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Multivariat

Analisis multivariat adalah suatu metode analisis data yang terdiri dari banyak variabel dimana antar variabel saling berhubungan (Johnson & Whincern, 2007). Asumsi yang harus dipenuhi pada analisis multivariat antara lain dependensi antar variabel, dan distribusi normal multivariat yang akan dijelaskan sebagai berikut.

2.1.1 Dependensi Variabel

Pengujian independensi digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara variabel satu dengan variabel lainnya.Variabel dikatakan bersifat saling bebas jika matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas.Uji*Bartlett* memperlihatkan bahwa dua atau lebih kelompok data sampel besar dari populasi yang memiliki varians yang sama. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut (Rencher, 2002).

Hipotesis :

H_0 :**R = I** (Matriks korelasi saling independen)

H_1 :**R** $\neq$ **I** (Matriks korelasi saling dependen)

Statistik uji :

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

Dengan p adalah jumlah karakteristik kualitas, n adalah jumlah observasi, sedangkan R adalah matriks korelasi antar variabel yang dinyatakan dengan Persamaan 2.2 berikut.

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \tag{2.2}$$

$$r_{ip} = \frac{S_{jp}}{\sqrt{S_{.j}^2 S_{.p}^2}} \tag{2.3}$$

$$s_{.j}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \left(x_{ij} - \bar{x}_{.j} \right)^2 \tag{2.4}$$

$$s_{jp} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} \left(x_{ij} - \bar{x}_{.j} \right)\left(x_{ip} - \bar{x}_{.p} \right) \tag{2.5}$$

Jika digunakan taraf signifikan sebesar α maka didapatkan bahwa H_0 ditolak apabila $P_{value} < \alpha$ atau $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha;\frac{1}{2}p(p-1)}$

2.1.2 Distribusi Normal Multivariat

Distribusi normal multivariat merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui apakah data telah berdistribusi normal atau tidak, dimana variabel yang digunakan berjumlah lebih dari satu (Johnson dan Whincern, 2007).

Untuk mengetahui apakah suatu variabel random $\mathbf{x}$ berdistribusi normal multivariat dapat dilakukan dengan dua cara yaitu

1. Pemeriksaan Menggunakan *Chi-square Plot*

a. Menghitung nilai d_{ij}^2 menggunakan persamaan (2.6) dimana $\mathbf{S^{-1}}$ merupakan invers dari matriks varian kovarian yang diperoleh dari Persamaan (2.6).

$$d_{ij}^2 = \left(\mathbf{x_{ij}} - \bar{\mathbf{x}}_{\mathbf{.j}} \right)' \mathbf{S^{-1}} \left(\mathbf{x_{ij}} - \bar{\mathbf{x}}_{\mathbf{.j}} \right) \tag{2.6}$$

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} s_{.1}^2 & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{12} & s_{.2}^2 & \cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{1p} & s_{2p} & \cdots & s_{.p}^2 \end{pmatrix} \tag{2.7}$$

b. Mengurutkan nilai (d_{ij}^2) dari yang terkecil hingga yang terbesar

c. Menentukan nilai q menggunakan persamaan (2.8)

$$q = \chi^2_{(p;(n-i+0.5)/n)} \quad (2.8)$$

d. Membuat *scatter plot* antara d_{ij}^2 dengan q, dikatakan berdistribusi normal multivariat jika plot d_{ij}^2 mendekati garis linier.

Merujuk pada organisasi data pada Tabel 2.3

2. Pemeriksaan Proporsi

Untuk mengetahui apakah suatu vektor **X** berdistribusi normal multivariat, dengan cara melihat nilai d_{ij}^2 pada Persamaan (2.6). Apabila nilai $d_{ij}^2 \leq \chi^2_{(p;\alpha)}$ berada di sekitar 50% maka sebaran data tersebut mengikuti distribusi normal multivariat.

2.1.3 Homogenitas Matriks Varian Kovarians

Analisis statistika *MANOVA* membutuhkan syarat matriks varians-kovarians yang homogen. Syarat dalam pengujian ini digunakan statistik uji Box-M. Hipoteris dan statistik uji Box-M akan dijelaskan pada rumus (2.9) (Johnson dan Whincern, 2007).

H_0 : $\boldsymbol{\Sigma}_1 = \boldsymbol{\Sigma}_2 = \ldots = \boldsymbol{\Sigma}_K$ (matriks varians kovarians homogen)

H_1 : minimal ada satu matriks varians kovarians yang tidak homogen($\boldsymbol{\Sigma}_i \neq \boldsymbol{\Sigma}_j$) dimana l=1,2,….g

Statistik Uji $(C) = (1-u)\,M$ (2.9)

Dimana,

$$u = \left[\sum_{\ell=1}^{g} \frac{1}{(n_\ell - 1)} - \frac{1}{\sum_{\ell=1}^{g} (n_\ell - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right] \quad (2.10)$$

$$M = \left[\sum_{\ell=1}^{g}(n_\ell - 1)\right]\ln\left|S_{pooled}\right| - \sum_{\ell=1}^{g}\sum_{\ell=1}^{g}\left[(n_\ell - 1)\ln\left|S_\ell\right|\right] \quad (2.11)$$

$$S_{pooled} = \frac{1}{\sum_{\ell=1}^{g}(n_\ell - 1)}\left\{(n_1 - 1)S_1(n_2 - 1)S_2 + ...+ (n_g - 1)S_g\right\} \quad (2.12)$$

H_0 ditolak jika $C > \chi^2_{p(p+1)(g-1)/2;\alpha}$.

2.1.4 MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance)*

*Multivariate Analysis of Variance*atau MANOVA merupakan suatu teknik analisis statistika yang digunakan untuk menguji apakah ke-g jenis populasi (dari satu populasi yang sama) menghasilkan vektor rata-rata yang sama untuk p-variabel perlakuan atau variabel dependen yang sedang diamati. Berikut ini merupakan hipotesis dalam pengujian MANOVA(Johnson & Winchern, 2007).

Sebelum melakukan pengujian, terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi sebagai berikut.

1. $\mathbf{X}_{i1}, \mathbf{X}_{i2}, ..., \mathbf{X}_{in}$ adalah sampel acak dengan ukuran n_i dari sebuah populasi dengan rata-rata $\boldsymbol{\mu}_{ij}$. Sampel acak berasal dari populasi berbeda yang saling independen.
2. Matriks varian kovarian $\boldsymbol{\Sigma}$ antar perlakuan identik.
3. Setiap populasi memiliki distribusi multivariat normal.

Persamaan model MANOVA untuk vektor-vektor rata-rata *g* populasi dan hipotesis adalah sebagai berikut.

$$X_{ij} = \mu + \boldsymbol{\tau}_i + \mathbf{e}_{ij} \quad i = 1,2,..., n;\ j = 1,2..., p \quad (2.13)$$

μ = rata-rata populasi

τ_i = Perlakuan ke-i

e_{ij} = Galat percobaan

Susunan tabel MANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1*Multivariate of Anova* (MANOVA)

Sumber Variasi	Matrix of sum of Squares and cross product (SSP)	Degress of freedom (d.f)
Perlakuan	$B=\sum_{i=1}^{g} n_i (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})'$	g-1
Residual	$W = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{g_t} (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{ij} - \bar{x}_t)'$	$\sum_{i=1}^{n} n_i - g$
Total	$B + W = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{gt} (x_{ij} - \bar{x})(x_{ij} - \bar{x})'$	$\sum_{j=1}^{g} n_i - 1$

Setelah menyusun tabel MANOVA, maka selanjutnya menghitung nilai *Wilk's Lambda*ditunjukkan pada persamaan (2.13) dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\tau_1 = \tau_2 = ... = \tau_p = 0$

H_1 :minimal ada satu pasang $\tau_p \neq 0$,

Statistik uji $\boldsymbol{\Lambda}^* = \dfrac{|\mathbf{W}|}{|\mathbf{B}+\mathbf{W}|}$ (2.14)

H_0 ditolak jika $\boldsymbol{\Lambda}^* = \dfrac{|\mathbf{W}|}{|\mathbf{B}+\mathbf{W}|} < \mu_{\alpha;(g-1,\sum n_t - g)}$

Distribusi Λ^*(Wilks Lambda) dapat didekati dengan distribusi F dengan memenuhi kriteria pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Tabel Daerah kritis One-Way Manova

Jumlah Variabel	Jumlah Grup	**Distribusi Sampling**
p = 1	g ≥ 2	$\left(\dfrac{\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - g}{g-1}\right)\left(\dfrac{1-\Lambda^*}{\Lambda^*}\right) \sim F_{g-1,\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - g}$
p = 2	g ≥ 2	$\left(\dfrac{\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - g - 1}{g-1}\right)\left(\dfrac{1-\sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*}\right) \sim F_{2(g-1),2\left(\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - g - 1\right)}$

Jumlah Variabel	Jumlah Grup	**Distribusi Sampling**
p ≥ 1	g = 2	$\left(\frac{\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - p - 1}{p}\right)\left(\frac{1-\Lambda^*}{\Lambda^*}\right) \sim F_{p,\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - p - 1}$
p ≥ 1	g = 3	$\left(\frac{\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - p - 2}{p}\right)\left(\frac{1-\sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*}\right) \sim F_{2p,2\left(\sum_{\ell=1}^{g} n_\ell - p - 2\right)}$

H_0ditolak,apabila nilai$p_{value}<\alpha$ atau $F_{hitung} > F_{(\alpha;df1;df2)}$

Hasil analisis yang tidak terpenuhi maka dilakukan analisis perbedaan *treatment*menggunakan uji *Behrens-Fisher* pada persamaan (2.14) hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1-\mu_2 = 0$

H_1 : minimal ada satu $\mu_j \neq 0$; j=1,2, … , p

Statistik uji $T^2 = [\bar{x}_1 - \bar{x}_2]\left[\frac{1}{n_1}\mathbf{S_1} + \frac{1}{n_2}\mathbf{S_2}\right]^{-1}[\bar{x}_1 - \bar{x}_2]$ (2.15)

H_0 ditolak jika $T^2 > \chi^2_{(\alpha,p)}$

2.2 Peta Kendali

Peta kendali adalah salah satu dari tujuh alat pengendalian kalitas yang berbentuk grafik dan dipergunakan untuk memonitoring atau memantau kestabilan proses dari waktu ke waktu. Peta kendali memiliki batas kendali atas (BKA), batas kendali bawah (BKB). dan garis tengah (*Center Line)*.Terdapat dua jenis peta kendali, yaitu variabel dan atribut.

Apabila karakteristik kualitas atribut, maka digunakan peta kendali atribut, tetapi jika karakteristik kualitas variabel digunakan peta kendali variabel.Peta kendali atribut antara lain, peta p, peta np, peta c, dan peta u. Peta kendali variabel ada beberapa macam, jika karakteristik kualitas hanya satu, maka digunakan peta kendali $\bar{x}$ - R , peta $\bar{x} - S$, dan peta individu.Peta kendali variabel dibedakan lagi berdasarkan jumlah anggota

subbgrup dan hubungan antar variabel.Jika karakteristik kualitas lebih dari satu, saling berhubungan, dan anggota subgroup berjumlah lebih dari satu, maka peta kendali yang digunakan adalahpeta kendali *T^2 Hotelling* untuk memantau *mean* proses dan *Generalized Variance* untuk memantau variabilitas proses.Jika karakteristik kualitas lebih dari satu, saling berhubungan, dan anggota subgroup berjumlah satu maka peta kendali yang digunakan adalah peta kendali T^2*Hotteling* individu untuk memonitoring *mean* proses dan peta kendali M untuk memonitoring variabilitas proses(Montgomery, 2013).

Peta kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali T^2*Hotteling* dengan pengamatan individu untukmemonitoring *mean* proses dan menggunakan peta kendali M untuk memonitoring variabilitas proses (Khoo & Quah, 2003).

2.2.1 Peta Kendali M

Peta kendali M digunakan untuk mengontrol variabilitas proses pada peta kendali multivariat dengan pengamatan individu. Peta kendali M memiliki variabel random dimana variabel random adalah variabel yang ditargetkan.Peta kendali M memiliki nilai batas kendali atas dan nilai batas kendali bawah berupa nilai dari distribusi *chi-square*.Plot data pada peta kendali M dapat diperoleh menggunakan Persamaan (2.16).

$$\mathbf{M_i} = \frac{1}{2}\left(\mathbf{x_{(i+1)j}} - \mathbf{x_{ij}}\right)' \mathbf{S^{-1}}\left(\mathbf{x_{(i+1)j}} - \mathbf{x_{ij}}\right) \tag{2.16}$$

Dimana

$$\text{BKA} = \chi^2_{\left(p,\alpha/2\right)} \tag{2.17}$$

$$\text{BKB} = \chi^2_{\left(p,1-\left(\alpha/2\right)\right)} \tag{2.18}$$

Jika plot pada peta kendali M berada di atas batas atas atau berada di bawah batas bawah maka variabilitas proses tidak terkendali secara statistik (Khoo & Quah, 2003). Setelah variabilitas proses telah terkendali secara statistik maka dilanjutkan dengan pembuatan peta kendali T^2 *Hotelling*.

2.2.2 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Individu

Peta Kendali T^2 *Hotelling* individu digunakan untuk mengendalikan*mean* proses produksi apakah sudah terkendali secara statistik atau belum untuk pengamatan individu dimana terdapat lebih dari satu karakteristik kualitas dan berkorelasi. Struktur data ditunjukan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Struktur Data T^2*Hotteling*

Sampel ke- (i)	Karakteristik Kualitas ke- (j)				
	X_1	....	X_j	....	X_p
1	X_{11}	....	X_{1j}	....	X_{1p}
2	X_{21}	....	X_{2j}	....	X_{2p}
:	:	....	:	....	:
i	X_{i1}	....	X_{ij}	....	X_{ip}
:	:	....	:	....	:
n	X_{n1}	....	X_{nj}	....	X_{np}
Rata-rata	$\bar{x}_{.1}$	....	$\bar{X}_{.j}$	....	$\bar{X}_{.p}$
Varians	$S^2_{.1}$	....	$S^2_{.j}$	....	$S^2_{.p}$

Plot data pada peta kendali T^2 *Hotelling* individu, batas kendali atas, dan batas kendali bawah dapat diperoleh menggunakan Persamaan (2.19), (2.23), dan (2.24). Untuk memperoleh nilah T^2 diperlukan nilai **V** yang merupakan *Successive Difference* atauSelisih antara dua vektor pengamatan yang saling berurutan.

$$\mathbf{T_i^2} = \left(\mathbf{x_{ij}} - \bar{\mathrm{x}}_{.j}\right)' \mathbf{Q^{-1}} \left(\mathbf{x_{ij}} - \bar{\mathrm{x}}_{.j}\right) \tag{2.19}$$

$$\mathbf{Q^{-1}} = \frac{1}{2}\frac{\mathbf{V'V}}{(n-1)} \tag{2.20}$$

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} \mathbf{v'_{11}} & \mathbf{v'_{12}} & \cdots & \mathbf{v'_{1p}} \\ \mathbf{v'_{21}} & \mathbf{v'_{22}} & \cdots & \mathbf{v'_{2p}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{v'_{(n-1),1}} & \mathbf{v'_{(n-1),2}} & \cdots & \mathbf{v'_{(n-1),p}} \end{pmatrix} \tag{2.21}$$

$$\mathbf{v_{ij}} = \mathbf{x_{(i+1),j}} - \mathbf{x_{ij}} \tag{2.22}$$

Setelah diperoleh nilai pada persamaan 2.18 maka dicari batas kendali atas dan batas kendali bawah menggunakan Persamaan (2.23) dan (2.24).Terdapat dua batas kendali yaitu batas kendali fase I dan batas kendali fase II. Batas kendali fase I digunakan untuk mengetahui apakah *mean* proses pada fase I telah terkendali secara statistik atau tidak, jika telah terkendali secara statistik maka batas kendali yang digunakan pada fase II menggunakan batas kendali pada fase I yang dapat dilihat pada Persamaan (2.22),

$$BKA = \frac{(n-1)^2}{n}\beta_{\alpha,\frac{p}{2},\frac{(n-p-1)}{2}} \tag{2.23}$$

$$BKB = 0$$

Batas kendali fase II digunakan ketika *mean* proses pada fase I tidak terkendali secara statistik maka perlu dibuat batas kendali baru pada fase II untuk mengetahui apakah *mean* proses pada fase II telah terkendali secara statistik atau tidak. Batas kendali fase II dapat dilihat pada Persamaan (2.20).

$$BKA = \frac{p(n+1)(n-1)}{n^2 - np}F_{\alpha,p,(n-p)} \tag{2.24}$$

$$BKB = 0$$

Jika nilai pada Persamaan (2.15) berada di antara batas kendali atas dan batas kendali bawah, maka *mean* proses telah terkendali secara statistik.

Nilai $F_{\alpha,p,mn-m-p+1}$ merupakan nilai yang didapatkan dari tabel distribusi F.

2.3 Analisis Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menaksir kemampuan yang merupakan bagian penting dalam peningkatan kualitas. Apabila peta kendali telah terkendali dan asumsi telah terpenuhi, maka analisis kapabilitas proses dapat dilakukan dengan menentukan indeks kapabilitas proses(Kotz & Johnson, 1993). Indeks kapabilitas proses dilihat dari nilai $C_p$yang diperoleh dengan keterangan sebagai berikut.

a. Jika $C_p = 1$ maka proses dalam keadaan cukup baik
b. Jika $C_p > 1$ maka proses dalam keadaan baik (presisi baik)
c. Jika $C_p < 1$ maka sebaran data pengamatan berada diluar batas spesifikasi

Nilai dari indeks kapabilitas proses (C_p) secara multivariat dapat diperoleh dari Persamaan (2.25) dimana (b) adalah nilai pengamatan yang terkendali.

$$C_P = \frac{K}{\chi^2_{(\alpha,p)}}\left[\frac{(b-1)p}{W}\right]^{\frac{1}{2}} \tag{2.25}$$

Dimana

$$W = \sum_{i=1}^{n} (\mathbf{x_{ij}} - \bar{x}_{.j})' A^{-1} (\mathbf{x_{ij}} - \bar{x}_{.j}) \tag{2.26}$$

$$\mathbf{A^{-1}} = \left(\mathbf{x'_{ij} x_{ij}}\right)^{-1} \tag{2.27}$$

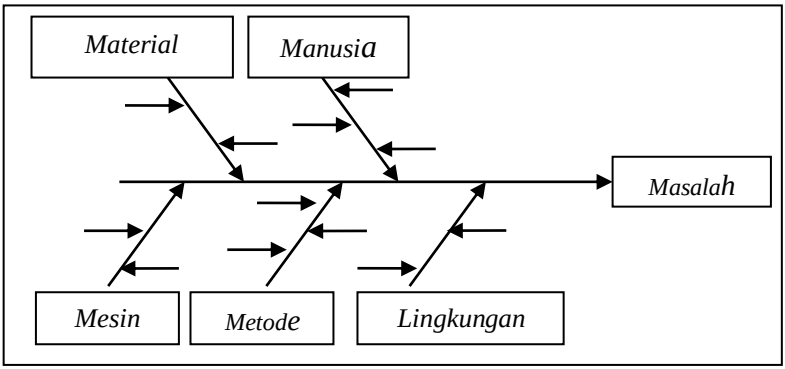
$$K^2 = (\bar{x}_{.j} - \xi_{.j})' \mathbf{S^{-1}} (\bar{x}_{.jk} - \xi_{.j}) \tag{2.28}$$

$$\xi_j = \frac{1}{2}(BSA + BSB) \tag{2.29}$$

(Kotz & Johnson, 1993).

2.4 Diagram Sebab Akibat (Diagram Ishikawa)

Diagram sebab akibat disebut juga diagram tulang ikan karena bentuknya yang mirip tulang ikan. Biasa juga disebut sebagai diagram *Ishikawa* karena ditemukan oleh orang Jepang yang bernama *Ishikawa*. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai penyebab sambungan cacat dalam produk (Heizer & Render, 2017).



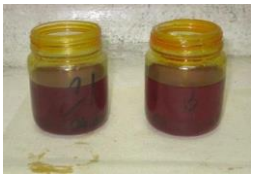
Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat

2.5 PT. Sinar Mas Agro Resources And Technology Tbk.

PT. Sinar Mas Agro Resouces and Technology atau yang biasa dikenal dengan PT.SMART Tbk adalah salah satu perusahaan berbasis kelapa sawit yang terintegrasi dan terkemuka di Indonesia.Perusahaan ini terletak di Jl. Raya Rungkut Industri No.19, Rungkut Kidul Surabaya.Aktivitas utama perusahaan ini adalah penanaman dan pemanenan pohon kelapa sawit, pengelolahan tandan buah segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan inti sawit, kemudian diolah menjadi DPO (*Degummed Palm Oil)* untuk dilakukan penghilangan gum atau getah pada minyak, hasilnya akan diproses menjadi DBPO (Degummed *Bleach Palm Oil),*dan yang terakhir yaitu proses refinery menjadi RBDPO (*Refinery Bleached Deodorizer Palm Oil)* hinggamenjadi produk bernilai tambah seperti minyak goreng, margarin, dan *shortening*.proses pembuatan CPO hingga menjadi minyak goreng Filmaakan dijelaskan lebi lanjut pada Gambar 2.3.

2.5.1 *Crude Palm Oil*

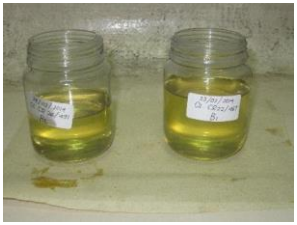
Crude Palm Oil (CPO) adalah produk utama dalam pengolahan minyakkelapa sawit disamping minyak inti sawit yang didapatkan dengan pengepresan buah kelapa sawit.CPO berwujud minyak yang agak kental berwarna kuning jingga kemerahan.



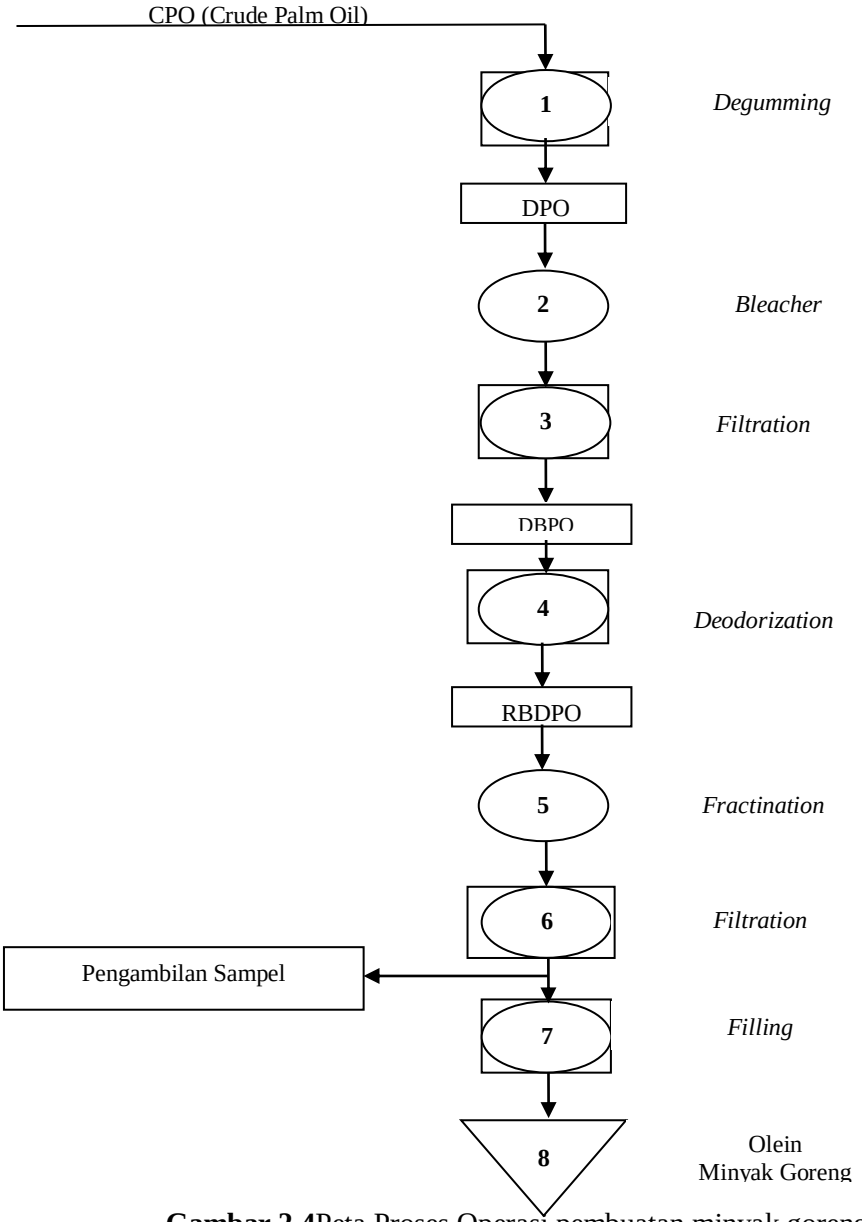
Gambar 2.2 *Crude Palm Oil*

2.5.2 *Olein* (Minyak Goreng)

*Olein*merupakanproduk utama yang diperoleh dari minyak sawit bersama-sama denganstearin.Olein mempunyai titik beku yang lebih kecil dibandingkan dengantitik beku fraksi *stearin*.RBDOL atau minyak goreng yang berasal dari kelapa sawit merupakan salah satu bahan yang umum digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Dalam proses penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, mempercepat proses pemasakan makanan, menambah rasa gurih dan menambah nilai gizi serta kalori dalam bahan pangan.



Gambar 2.3 *Olein*



Gambar 2.4 Peta Proses Operasi pembuatan minyak goreng

1. Degumming

Proses *degumming* bertujuan untuk menghilangkan getah (gum),warna, logam-logam misalnya Fe, Cu, dengan penambahan bahan kimia seperti asam phosfat (H_3PO_4). Gum-gum harus diikat dari CPO agar rasa getir yang tidakdisukai oleh konsumen pada *olein* dapat diperkecil dan dihilangkan.

2. *Bleaching*

Tahap *bleaching* dimulai dengan pengumpulan gum-gum pada CPO dengan penambahan asam phosfat pekat serta *bleaching earth* sebagai penyerapnya. CPO yang sudah mengalami proses *degumming* dari *paddle mixertank* dialirkan ke tangki *bleacher*.

3. *Filtration*

Proses penyaringan, dimana proses ini dilakukan setelah BPO *(Bleached Palm Oil)* divakumkan. Jika hasil *vacuum* rendah maka *Niagara filter* sudah siap dioperasikan. Jika level aliran *high niagara filter* menunjukkan alarm tinggi maka BPO mengalami tahap *blackrun*. Jika BPO yang keluar telah jernih (tidak mengandung butiran *spent earth* atau kotoran lain) maka dilanjutkan ke tahap fraksinasi.

4. *Deodorizing*

Deodorizing bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen volatile dari trigliserida, seperti FFA. Hasil dari proses ini adalah minyak RBDPOL yang tidak memiliki rasa dan berwarna cerah.

5. *Fractination*

Fraksinasi adalah metode fisik yang digunakan untuk memisahkan fraksi stearin yang telah mengkristal dari fraksi olein yang masih berwujud cair. Proses fraksinasi yang dilakukan oleh PT. SMART Tbk adalah proses fraksinasi kering (*dry fractionation*). Dengan pendinginan RBDPO akan terpisah menjadi dua fraksi yaitu fraksi padat berupa *stearin* dan fraksi cair berupa *olein.*

6. *Filtration*

Filtrasi merupakan tahapan pemisahan antara fase padat (sterin) dan fase cair (olien) yang dilakukan dengan prinsip *dry fractionation.*Setelah tahap kristalisasi, *olein* dan *stearin* yang terbentuk akan dipisahkan dalam *filter press* yang terdiri dari plate-plate yang dilengkapi dengan membran dan *filter cloth.*

7. Filling

Tahap akhir dari proses produksi minyak goreng yaitu proses pengisian minyak goreng ke dalam kemasan-kemasan yang telah ditentukan seperti kemasan *pouch*, jerigen, BIB dan lain lain. Sebelum proses *filling* dimulai, terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel sebanyak 100 ml dari tangki-tangki penyimpanan minyak goreng dengan berat 60 ton untuk dilakukan pengujian terhadap kualitas minyak goreng di bagian *Qualiy Control.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data hasil proses produksi minyak goreng Filma yang diperoleh dari Divisi QC (*Quality Control)* di PT.SMART Tbk yang diambil pada bulanDesember 2017 sebagai fase 1 dan bulan Januari 2018 sebagai fase 2 untuk mengetahui apakah ada pergeseran proses atau tidak. Data diperoleh dengan bukti surat izin pengambilan data pada Lampiran 19 dan surat keaslian data pada Lampiran 20.Subgrup yang digunakan dalam penelitian ini adalah tangki olein yang merupakan tempat penyimpanan RBDPOL (*refined bleched deodorize palm oil)*.Setelah tangki *olein* terisi penuh sekitar 60 ton, maka dilakukan pengambilan sampel satu kali dengan cara mengambil 100 ml RBDPOL dan melakukan uji laboratorium secara kimia dimana Bulan Desember 2017 sebanyak 69 tangki, dan Bulan Januari 2018 sebanyak 84 tangki.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah indikator kualitas minyak goreng Filma secara kimia yaitu FFA (*Free Fatty Acid)*, IV (*iodine value)*, M&I (*moist and impurities)*dan PV (*Peroxide Value)*. Ke-empat variabel tersebut merupakan parameter yang paling berpengaruh dalam menciptakan kualitas minyak goreng Filma.

1. X1 : FFA (*Free Fatty Acid)* atau kadar asam lemak bebas yaitu suatu parameter yang menentukan jumlah asam lemak bebas (dalam %) yang terkandung dalam suatu sampel yang dianalisis. Satuan FFA adalah % dengan batas spesifikasi 0.00%-0.05%. Kenaikan nilai FFA dalam minyak maka kualitas minyak rendah, begitu sebaliknya semakin rendah nilai FFA dalam minyak maka kualitas minyak bagus.

2. X2: IV (*Iodine Value)* atau bilangan iodin yaitu suatu parameter uji yang mengukur ketidakjenuhan dari lemak atau minyak. Satuan IV adalah Cg Iod/gram dengan batas spesifikasi 60.5 Min Cg Iod/gram.Semakin tinggi nilai IV maka minyak tersebut semakin tidak jenuh, sehingga akan terlihat jernih dan tidak beku, begitu sebaliknya semakin rendah nilai IV maka minyak tersebut akan terlihat keruh.
3. X3: *color* merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengukur warna pada sampel minyak maupun lemak.Warna merah pada minyak dapat megidentifikasikan adanya *betacarotain* yang baik bagi tubuh.Analisis ini menggunakan instrumen tintometer.Satuan yang digunakan adalah R dengan batas spesifikasi 0 R-1.8 R.
4. X4: PV (*Peroxide Value)* atau bilangan peroksida yaitu suatu nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan minyak akibat oksidasi.Pengujian PV digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat oksidasi pada minyak tak jenuh yang disebabkan oleh udara.Satuan dari PV adalah Meg/q dengan batas spesifikasi 0.00 Meg/q -0.5 Meg/q. Semakin kecil nilai PV maka semakin baik kualitas minyak goreng tersebut.

3.3 Strukutur Data

Struktur data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian

Sampel Tangki ke- (i)	Karakteristik Kualitas ke- (j)			
	FFA (x_1)	IV(x_2)	*Color*(x_3)	PV(x_4)
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}
:	:	:	:	:
i	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}
:	:	:	:	:
n	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}	X_{n4}
Rata-rata	$\overline{X}_{.1}$	$\overline{X}_{.2}$	$\overline{X}_{.3}$	$\overline{X}_{.4}$
Varians	$S^2_{.1}$	$S^2_{.2}$	$S^2_{.3}$	$S^2_{.4}$

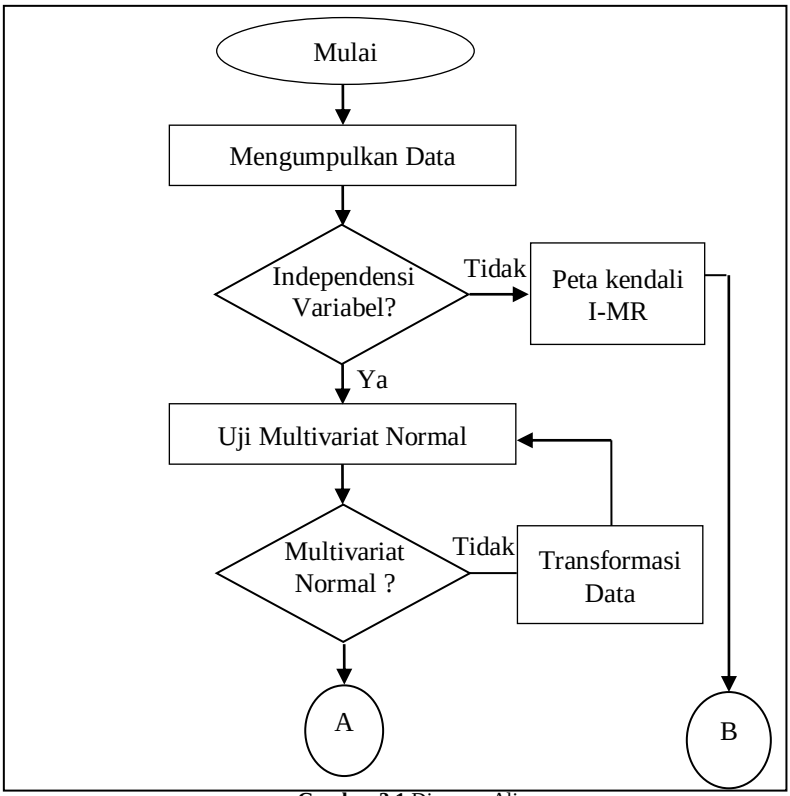
3.4 Langkah Analisis dan Diagram Alir

Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

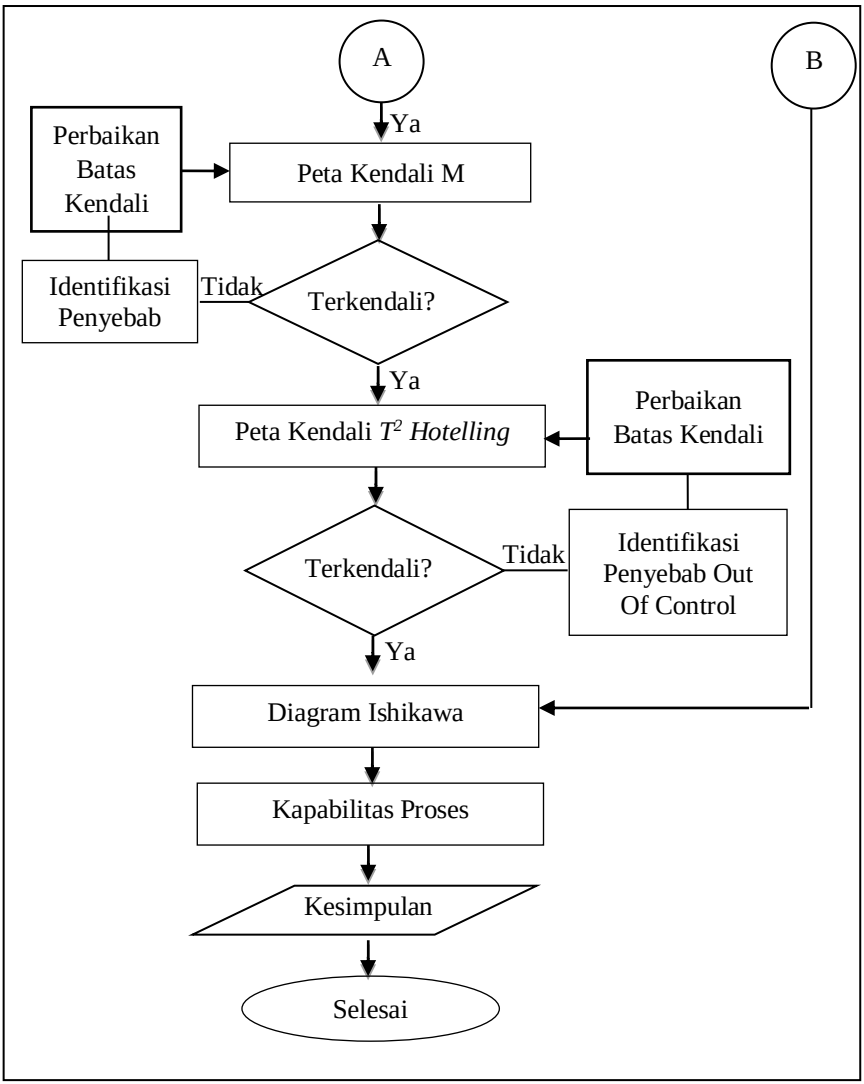
1. Mengumpulkan data hasil produksi minyak goreng Filma di PT.SMART Tbk pada periode bulan Desember 2017 dan Januari 2018.
2. Melakukan pengujian asumsi dependensi variabel-variabel produksi minyak goreng Filmaapakah berhubungan atau tidak pada fase 1 maupun fase 2, dan jika pengujian asumsi dependensi variabel tidak memenuhi asumsi maka digunakan peta kendali univariat yaitu peta kendali *Individual Moving Range* (I-MR).
3. Melakukan pemeriksaan asumsi normalmultivariat untuk mengetahui apakah variabel-variabel produksiminyak goreng Filma di PT.SMART Tbktelah berdistribusi normal multivariat pada fase 1 dan fase 2, dan jika pemeriksaan asumsi normalmultivariat tidak memenuhi asumsi maka dilakukan transformasi.
4. Membuat peta kendali Muntuk memonitoring variabilitasproses pada fase 1, jika proses tidak terkendali maka diidentifikasi penyebab plot-plot keluar dari batas kendali dan dilakukan perbaikan pada peta kendali M.
5. Membuat peta kendali T^2 Hotteling fase 1 jika peta kendali M pada fase 1 telah terkendali secara statistik, dan ketika proses tidak terkendali maka diidentifikasi penyebab plot-plot keluar dari batas kendali dan dilakukan perbaikan pada peta kendali T^2 Hotteling.
6. Lakukan sepertilangkah analisis nomor 4 dan 5 kemudian pada fase 2, membandingkan dengan fase 1 apakah terjadi pergeseran proses.
7. Membuat Diagram *Ishikawa* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab masalah terbesar berdasarkan diagram *Pareto*pada fase 1 dan fase 2.

8. Menganalisis kapabilitas proses multivariat pada fase 1 maupun fase 2 yang digunakan untuk mengetahui proses produksi minyak goreng Filmatelah kapabel atau belum serta mengalami peningkatan atau tidak.
9. Menginterpretasi hasil analisis data& menarik kesimpulan.

Diagram alir yang terbuat berdasarkan langkah analisis yang telah diuraikan adalah pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 lanjutan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada Bab 4 ini akan membahas mengenai pengendalian kualitas minyak goreng Filma pada Bulan Desember 2017 sebagai fase 1, dan Bulan Januari 2018 sebagai fase 2 pada Lampiran 1dan Lampiran 2, hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pergeseran proses atau tidak. Peta kendali yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kendali M dan peta kendali T^2 Hotteling Individu. Pengamatan yang telah terkendali akan dilanjutkan dengan kapabilitas untuk mengukur kemampuan proses produksi dan analisis MANOVA untuk melihat apakah terjadi pergeseran proses.

4.1 Analisis Pengendalian Kualitas Fase 1

Pada penelitian ini menggunakan data hasil proses produksi minyak goreng Filmapada bulan Desember 2017 (fase 1)dengan pengamatan sebanyak 69 data yang ditunjukkan pada Lampiran 1. Terdapat empat jenis karakteristik kualitas yang digunakan antara lain FFA(*Free Fatty Acid)*, IV(*Iodine Value)*, PV(*Peroxide Value*) dan COLOR (Warna). Peta kendali multivariat yang digunakan untuk pengamatan individu adalah Peta kendali M untuk memonitoring variabilitas proses dan T^2 Hottelingindividu untuk memantau mean proses.

4.1.1 Analisis Asumsi Peta Kendali Multivariat

Sebelum melakukan peta kendali multivariat, terdapat beberapa asumsi yang harus dilakukan, yaitu dependensi antar variabel, dan distribusi normal.Berikut penjelasan dari kedua asumsi peta kendali multivariat.

A. DependensiAntar Variabel *(FFA, IV, PV dan Color)*

Uji dependensi dilakukan untuk mengetahui hubungan dari keempat variabel yang digunakan yaitu *FFA (Free Fatty Acid)*, *PV (Peroxide Value)*, *IV (Iodine Value)*, dan *COLOR*(Warna),

apakah dependen atau tidak. Hipotesis dan hasil pengujian dengan metode*Bartlett* adalah sebagai berikut.

H_0 :**R**= **I** (Tidak ada hubungan antar variabel)

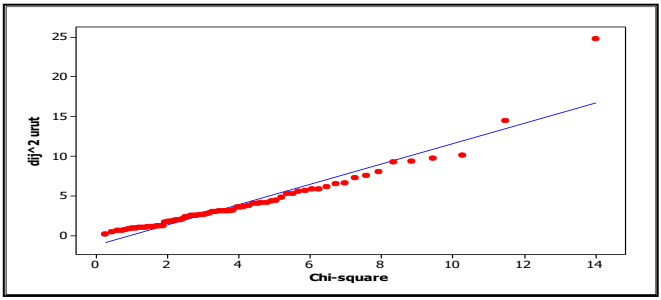
H_1 :$\mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Terdapat hubungan antar variabel)

Pengujian independensi variabel ini digunakan taraf signfikan sebesar 5% dan statistik uji χ^2 pada Persamaan (2.1) diperoleh *output* komputer yang ditunjukkan pada lampiran 3 yaitu nilai χ^2 sebesar 18.69 lebih besar darinilai $\chi^2_{(0,05;6)}$ yaitu 12.59 dan nilai P-*value* sebesar 0,005 lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, maka dapat diputuskan H_0 ditolak, yang berarti terdapat hubungan antara variabel FFA, PV, IV, dan Color.

Asumsi dependensi variabel yang telah terpenuhi maka analisis selanjutnya yaitu apakah variabel-variabel tersebut bedistribusi normal multivariat.

B. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan pada keempat karakteristik kualitas, yaitu FFA, PV, IV, dan Color untuk mengetahui apakah proses produksi minyak goreng Filma telah berdistribusi normal multivariat atau tidak. Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan dengan melihat *Chi-square Plot* antara d_{ij}^2 dengan $q(\chi^2_{(p;(n-i+0,5)/n)})$ yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

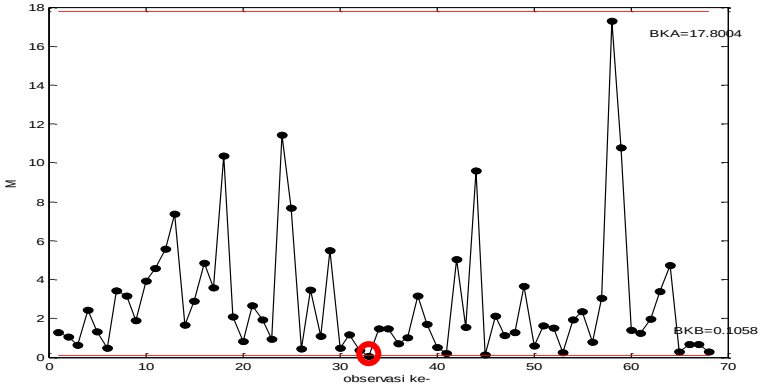


Gambar 4.1 *Chi-square Plot* Data Desember 2017

Gambar 4.1 menunjukkan plot data telah mengikuti garis linier, maka dapat disimpulkan bahwa proses produksi minyak goreng Filma pada Bulan Desember 2017 telah berdistribusi nomal multivariat. Pada lampiran 6 juga ditunjukkan proporsi yang didapatkan sebesar 0.57971 yang setara dengan 58%, dimana proporsi lebih besar dari 50%, maka dapat diputuskan bahwa sebaran data tersebut mengikuti distribusi normal multivariat. Kedua asumsi peta kendali multivariat yaitu dependensi variabel dan distribusi normal multivariat telah terpenuhi, sehingga dapatdilanjutkan ke analisis selanjutnya yaitu membuat Peta Kendali M untuk mengukur variabilitas proses.

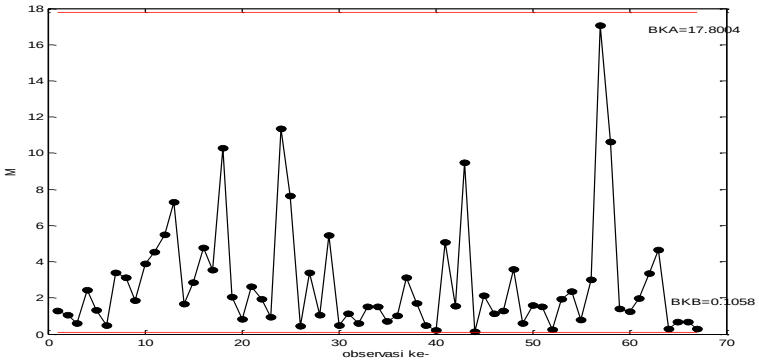
4.1.2 Analisis Peta Kendali M

Peta kendali M digunakan untuk mengontrol variabilitas proses pada data multivariat berdasarkan pengamatan secara individu dengan menggunakan Persamaan (2.16), (2.17), (2.18). Cara menghitung statistik M yaitu dengan program *Syntax* pada Lampiran 8 dan hasilpengujian *Output* komputer pada Lampiran 9. Hasil analisis pengendalian variabilitas proses minyak goreng Filma pada Bulan Desember 2017 ditunjukkan di Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta Kendali M Hasil Proses Produksi Desember 2017

Gambar 4.2 menunjukkan secara visual bahwa variabilitas proses produksi minyak goreng Filma pada bulan Desember 2017 terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali Atas sebesar 17.8004 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0.1058 yaitu pada pengamatan ke 33, yang disebabkan oleh *assignable causes* yaitu pemilihan tandan buah segar (biji kelapa sawit) yang kurang baik, sehingga menyebabkan kualitas CPO (*Crude Palm Oil*) juga kurang baik.Kesimpulan yang diperoleh yaitu variabilitas proses produksi minyak goreng Filma pada bulan Desember 2017 tidak terkendali secara statistik.Setelah diketahui penyebab terjadinya ketidaksesuaian, maka pengamatan tersebut perlu dilakukanperbaikan dengan caraiterasi atau mengeluarkan pengamatan tersebut dari analisis, karenatidak bisa memperbaiki secara langsung pada proses produksi minyak goreng tersebut. Hasil iterasi ditunjukkan pada Gambar 4.3.



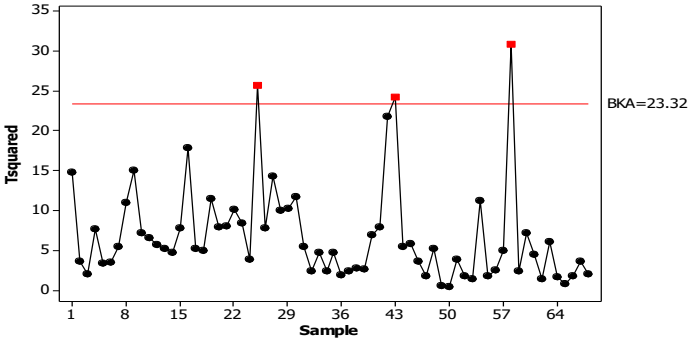
Gambar 4.3 PetaKendali M Perbaikan ke-1

Gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses produksi minyak goreng Filma tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali baik Batas Kendali Atas sebesar 17.8004 dan Batas Kendali Bawah sebesar 0.1058. Kesimpulan yang didapatkan yaitu variabilitas proses produksi minyak goreng Filma pada bulan Desember 2017 telah terkendali secara statistik, sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu

memonitoring *mean* proses dengan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu.

4.1.3 Analisis Peta Kendali T^2 Hotteling Individu

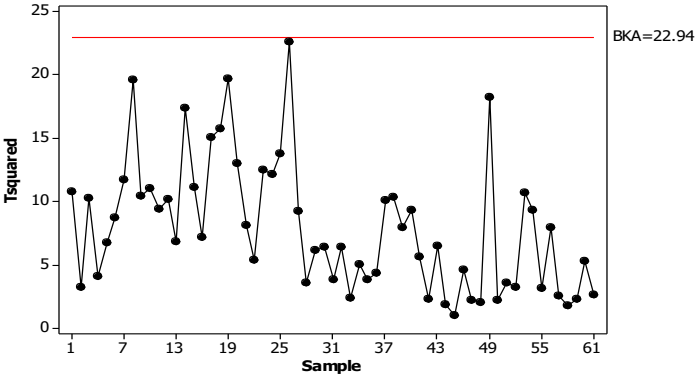
Pengendalian variabilitas proses yang telah terkendali, dapat dilanjutkan pada tahap pengendalian terhadap *mean*proses. Peta Kendali yang digunakan adalah T^2 HotellingIndividu. Hasil pengendalian *mean* proses dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 Hotelling IndividuBulan Desember 2017

Gambar 4.4dapat diketahui bahwa mean proses produksi minyak goreng Filma pada Bulan Desember 2017 belum terkendali secara statistik, karena masih terdapat pengamatan yang keluar dari Batas Kendali, dimana BKA sebesar 23.32dan BKB sebesar 0 yaitu pada pengamatan ke 25, 43, dan 58,setelah diketahui faktor penyebab tidak terkendali, maka dilakukan iterasi agar dapat dilanjutkan pada fase berikutnya. Hasil iterasi Peta Kendali T^2 Hotelling Individu fase 1 dapat diketahui pada Gambar 4.5

Hasil iterasi peta kendali T^2 Hotelling Individu fase 1 didapatkan kesimpulan bahwa tidak terdapat hasil yang keluar dari batas kendali baik BKA maupun BKByaitu sebesar 22.94 dan 0, maka dapat disimpulkan bahwa peta kendali T^2 Hotelling Individu pada fase 1 telah terkendali secara statistik.



Gambar 4.5 Peta Kendali T^2 Hotelling Individu Perbaikan ke-2

Hasil iterasi menunjukkan bahwa mean proses telah terkendali secara statistik, maka nilai batas kendali atas pada fase 1 digunakan pada fase 2 untuk mengetahui apakah terjadi pergeseran *mean* proses atau tidak.

4.1.4 Kapabilitas Proses Produksi Minyak Goreng Filma

Kapabilitas proses secara multivariat dilakukan untuk mengetahui kemampuan proses produksi minyak goreng Filma pada bulan Desember 2017. Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses kurang baik apabila nilai Cp kurang dari 1,kemampuan proses dikatakan sesuai jika nilai Cp sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1 maka dapat dikatakan bahwa kemampuan proses sangat baik.

Berdasarkan Persamaan (2.25) serta digunakan *syntax* pada Lampiran 17, diperoleh nilai Cp pada Bulan Desember 2017 sebesar6.05.Nilai Cp tersebut menunjukkan bahwa selama bulan Desember 2017 kemampuan proses hasil produksi dapat dikatakansudah kapabel atau proses produksi fase 1sangat baik.

Pengendalian proses terhadap variabilitas dan mean proses pada fase I telah terkendali, maka dilanjutkan ke fase II yaitu pengendalian proses produksi pada Bulan Januari 2018.

4.2 Analisis Pengendalian Kualitas Fase II

Pengendalian kualitas statistik pada fase II digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi telah terkendali secara statistik atau tidak, selain itu juga untuk mengetahui jika pengamatan pada fase 1 terdapat data yang *out of control* maka dilakukan *improve* atau tidak, tetapi karena keterbatasan waktu maka tidak dapat dilakukan *improve* sehingga hanya untuk mengetahui apakah ada pergeseran proses atau tidak, antara fase 1 dan fase 2. Data fase 2 yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil produksi minyak goreng Filma pada Bulan Januari 2018 yang ditunjukkan pada lampiran 2.

4.2.1 Analisis Asumsi Peta Kendali Multivariat Fase II

Beberapa asumsi yang diperlukan sebelum melakukan peta kendali multivariat yaitu dependensi antar variabel dan distribusi normal multivariat. Analisis proses produksi fase II pada penelitian ini digunakan data proses produksi minyak goreng Filma pada bulan Januari 2018, data terdapat di Lampiran 2. Berikut merupakan hasil analisis asumsi peta kendali multivariat.

A. Dependensi Antar Variabel (*FFA, PV, IV dan Color*)

Depndensi dilakukan untuk mengetahui hubungan dari keempat variabel yang digunakan yaitu *FFA (Free Fatty Acid), PV (Peroxide Value), IV (Iodine Value)*, dan *Color* pada fase 2 apakah dependen atau tidak. Hipotesis dan hasil pengujian menggunakan metode *Bartlett Test* adalah sebagai berikut.

H_0 :$\mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Tidak ada hubungan antar variabel)

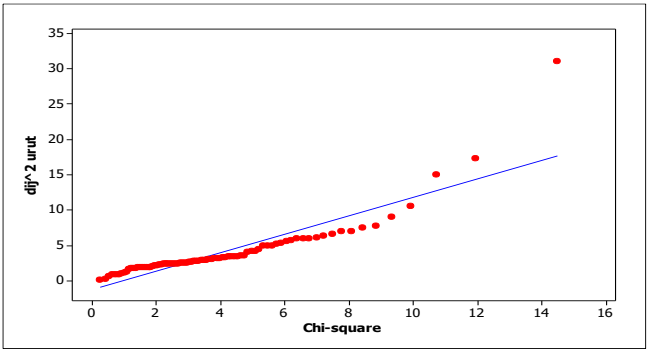
H_1 :$\mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Terdapat hubungan antar variabel)

Pengujian independensi variabel ini digunakan taraf signfikan sebesar 5% dan statistik uji χ^2 pada Persamaan (2.1) diperoleh *output* komputer yang ditunjukkan pada lampiran 4 yaitu nilai χ^2 sebesar 35.997 lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;6)}$ yaitu 12.59 dan nilai P-*value* sebesar 0,000 lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, maka dapat diputuskan H_0 ditolak,

yang berarti terdapat hubungan antara variabel FFA, PV, IV, dan Color.Asumsi dependensi variabel yang telah terpenuhi maka analisis selanjutnya yaitu apakah keempat variabel beidtribusi normal mulivariat.

B. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Pemeriksaan distribusi normal multivariat akan dilakukan pada keempat karakteristik kualitas,untuk mengetahui apakah proses produksi minyak goreng Filma pada Bulan Januari 2018 telah berdistribusi normal multivariat atau tidak. Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan dengan melihat *Chi-square Plot* antara d_{ij}^2 dengan $q(\chi^2_{(p;(n-i+0,5)/n)})$ yang ditunjukkan pada Gambar 4.6



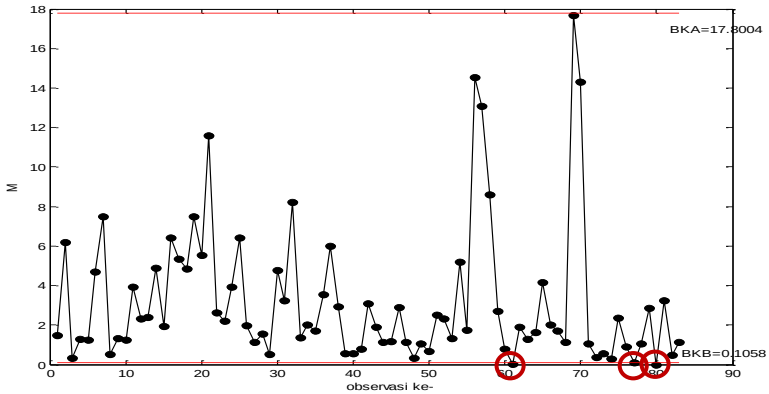
Gambar 4.6*Chi-square Plot* Data Januari 2018

Gambar 4.6menunjukkan plot data telah mengikutigaris linier, maka dapat disimpulkan bahwa proses produksi minyak goreng Filma pada Bulan Januari 2018 telah berdistribusi nomal multivariat. Pada lampiran 7 juga ditunjukkan proporsi yang didapatkan sebesar 0.6309524 yang setara dengan 63%, dimana prosporsi masih berada disekitar 50%, maka dapat diputuskan bahwa sebaran data tersebut mengikuti distribusi normal multivariat. Kedua asumsi peta kendali multivariat yaitu independensi variabel dan distribusi normal multivariat telah

terpenuhi, sehingga dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya yaitu membuat Peta Kendali M untuk mengukur variabilitas proses.

4.2.2 Analisis Peta Kendali M

Peta kendali M digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses data multivariat berdasarkan pengamatan secara individu. Pengendalian proses produksi terhadap variabilitas ini menggunakan data Lampiran 2, diperoleh hasil *Output* pada Lampiran 10. Pengendalian proses dilakukan terlebih dahulu dengan melihat apakah variabilitasnya terkendali atau belum, jika telah terkendali maka dilanjutkan dengan melihat *mean* proses. Batas kendali yang digunakan pada fase II masih menggunakan Batas kendali pada fase I untuk membuat plot pengamatan data fase II, jadi apabila hasil pengamatan *out of control* maka dilakukan analisis MANOVA untuk melihat adanya pergeseran proses. Hasil analisis pengendalian variabilitas proses produksi minyak goreng Filma ditunjukkan pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Peta Kendali M Hasil Proses Produksi Januari 2018

Gambar 4.7menunjukkan bahwa secara visual variabilitas proses produksi minyak goreng Filma pada Bulan Januari 2018 terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas sebesar 17.8004 dan batas kendali bawah sebesar 0.1058. Pengamatan yang keluar dari batas kendali yaitu pada observasi ke 61, 77 dan

80 yang disebabkan oleh biji kelapa sawit yang digunakan memiliki kualitas yang rendah sehingga apabila biji kelapa sawit diolah menjadi CPO dan tercampur dengan CPO berkualitas baik, menyebabkan kadar air yang tinggi. Setelah diketahui penyebab pengamatan yang keluar dari batas kendali, maka pengamatan tersebut dilakukan perbaikan dengan cara dihilangkan karena peneliti tidak bisa memperbaiki secara langsung pada proses produksi minyak goreng tersebut.

Kesimpulan yang dihasilkan yaitu pada peta kendali M fase 2 memiliki masalah yang sama dengan fase 1, yaitu terdapat hasil observasi yang keluar dari batas kendali, yang artinya terdapat pergeseran proses atau bersifat tidak bagus bagi proses produksi, dimana pergeseran proses tersebut belum diketahui signifikan atau tidak sehingga dilakukan Analisis MANOVA.

4.2.3 *Multivariate Analysis Of Variance (MANOVA)*

MANOVA dapat menunjukkan adanya pergeseran proses yang juga mengindikasikan terdapat perbedaan antara fase I dan fase II pada proses produksi minyak goreng Filma.Asumsi matriks varians kovarians dapat diketahui melalui peta kendali M. Berdasarkan hasil analisis peta kendali M, terdapat observasi yang keluar dari batas kendali yang berarti bisa jadi tidak memenuhi asumsi homogenitas varians kovarians karena variabilitas proses masih yang belum terpenuhi, hal ini dibuktikan dengan dilakukan pengujian asumsi menggunakan Box M. Hipotesis dan hasil pengujian ditunjukkan sebagai berikut,

$H_0 : \sum_1 = \sum_2$ (matriks varians kovarians fase 1 dan fase 2 homogen)

H_1 :Minimal ada satumatriks varians kovarians fase 1 dan fase 2 yang tidak homogen

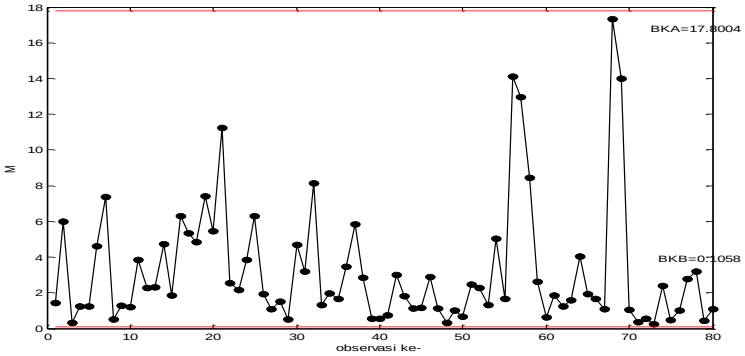
Pengujian homogenitas varians kovarians ini digunakan taraf signfikan sebesar 5% dengan statistik uji C pada Persamaan (2.9) dan data pada Lampiran 1 dan 2 yang telah digabung sehingga diperoleh *Output* komputer pada Lampiran 13. Nilai C yang diperoleh sebesar 33,83 lebih besar dari $x^2_{0.05;10}$ yaitu sebesar 18,30704 serta didapatkan P-*value* sebesar 0,000 lebih kecil

dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga diperoleh keputusan H_0 ditolak, yang berarti matriks varians kovarians fase I dan fase II tidak homogen. Asumsi matriks varians kovarians yang belum terpenuhi, dilanjutkan pada*Behrens-Fisher* untuk mengetahui perbedaan fase I dan fase II. Hasil analisis ditunjukkan sebagai berikut:

H_0 : $\sigma_1 = \sigma_2$ (Tidak terdapat perbedaan variansi antara fase 1 dan fase 2 pada proses produksi minyak goreng Filma)

H_1 : Minimal ada satu $\sigma_\ell \neq 0$ (minimal ada satu varians fase yang memberikan perbedaan pada proses produksi minyak goreng Filma)

Uji *Behrens-Fisher* dilakukan dengan menggunakan taraf signfikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji T^2 dan data pada Lampiran 1 dan 2 sehingga diperoleh *Output* komputer ditunjukkan pada Lampiran 15.Nilai T^2 yang diperoleh sebesar 9,8950 dimana lebih besar dari nilai $X^2_{0.05,4}$ yaitu 9,48 sehingga diperoleh keputusan H_0 ditolak.Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan varians antara fase 1 dan fase 2 pada proses produksi minyak goreng Filma, sehingga batas kendali fase 2 berbeda dari fase 1, karena tidak terdapat perbedaan rumus pada fase 1, maka pengamatan yang keluar dari batas kendali hanya perlu dilakukan perbaikan dan peninjauan peta kendali pada Gambar 4.8

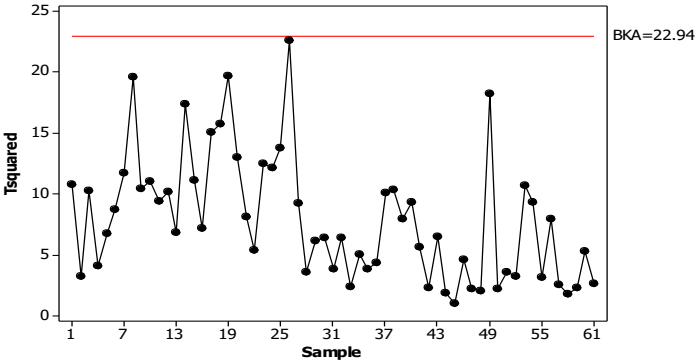


Gambar 4.8 PetaKendali M Perbaikan ke-1

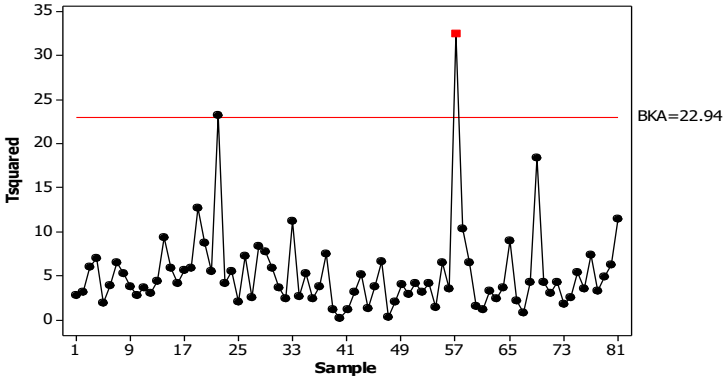
Gambar 4.8 merupakan Peta Kendali M yang telah dilakukan perbaikan sebanyak 1 kali, dengan cara menghitung statistik M dari program *Syntax* pada Lampiran 8 sehingga diperoleh *Output* pada Lampiran 11.Variabilitas proses produksi minyak goreng Filma masih di dalam batas kendali, baik batas kendali atas sebesar 17.8004 dan batas kendali bawah 0.1058, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses produksi minyak goreng Filma telah terkendali secara statistik, maka dapat dilanjutkan pada analisis berikutnya yaitu memonitoring *mean* proses dengan Peta Kendali T^2 Hotelling Individu.

4.2.4 Analisis Peta Kendali T^2 Hotteling Individu

Variabilitas proses yang telah terkendali berdasarkan hasil pengamatan secara individu, maka dapat dilanjutkan dengan pengendalian terhadap *mean* proses menggunakan peta kendaliT^2 HotellingIndividu. Batas Kendali yang digunakan pada fase II masih tetap menggunakan Batas Kendali pada fase I untuk mengelompokkan pengamatan data fase II, sehingga jika hasilpengamatan *in control* tetapi secara visual plot pengamatan lebih rendah dari fase I maka dilakukan analisis MANOVA untuk melihat adanya pergeseran prosesnya.Hasil pengendalian *mean* proses produksi dengan Peta Kendali T^2 HotellingIndividudapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Peta Kendali T^2 HotellingIndividu(a) Fase 1



Gambar 4.10 Peta Kendali T^2 HotellingIndividu, (b) Fase 2

Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 menunjukkan secara visual bahwa terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dapat disimpulkan bahwa mean proses produksi minyak goreng Filma pada fase II terjadi pergeseran proses produksi sehingga perlu dilakukan anaslis MANOVA.

4.2.5 *Multivariate Analysis Of Variance (MANOVA)*

MANOVA menunjukkan adanya pergeseran proses yang juga mengindikasikan terdapat perbedaan antara fase I dan fase II pada proses produksi minyak goreng Filma. Asumsi matriks varians kovarians dilakukan pengujian asumsi menggunakan Box M. Hipotesis dan hasil pengujian ditunjukkan sebagai berikut,

$H_0 : \sum_1 = \sum_2$ (matriks varians kovarians fase 1 dan fase 2 homogen)

H_1 : Minimal ada satu matriks varians kovarians fase 1 dan fase 2 yang tidak homogen

Pengujian homogenitas varians kovarians ini menggunakan taraf signfikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji C pada Persamaan (2.9) sehingga diperoleh *Output* komputer pada Lampiran 14. Nilai C yang diperoleh sebesar 23.48 lebih besar dari $x^2_{0.05;10}$ yaitu sebesar 18,30704 serta didapatkan P-*value* sebesar 0,012 lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga diperoleh keputusan H_0 ditolak, yang berarti

matriks varians kovarians fase 1 dan fase 2 tidak homogen. Asumsi matriks varians kovarians yang belum terpenuhi, dilanjutkan pada *Behrens-Fisher* untuk mengetahui perbedaan fase 1 dan fase 2.

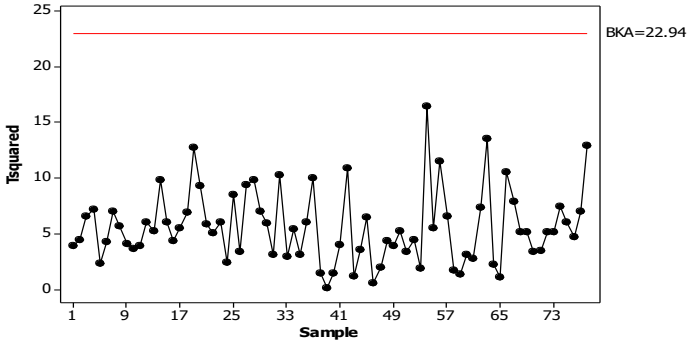
Uji *Behrens-Fisher* digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara signifikan antar fase 1 dan fase 2 dalam proses produksi minyak goreng Filma apabila asumsi homogenitas matriks varians kovarians tidak terpenuhi. Hasil analisis ditunjukkan sebagai berikut:

H_0 : $\mu_1 - \mu_2 = 0$ (Tidak terdapat perbedaan antara rata-rata fase 1 dan rata-rata fase 2 pada proses produksi minyak goreng Filma)

H_1 : minimal ada satu $\mu_\ell \neq 0$ (minimal ada satu rata-rata fase yang memberikan perbedaan pada proses produksi minyak goreng Filma)

Uji *Behrens-Fisher* dilakukan dengan menggunakan taraf signfikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji T^2 sehingga diperoleh *Output* komputer ditunjukkan pada Lampiran 16. Nilai T^2 yang diperoleh sebesar 5.14 dimana lebih kecil dari $X^2_{0.05,4}$ =9,48 sehingga diperoleh keputusan H_0gagal ditolak.

Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata antara fase 1 dan fase 2 pada proses produksi minyak goreng Filma, sehingga batas kendali fase 2 sama dengan fase 1, maka pengamatan yang keluar dari batas kendali perlu dilakukan perbaikan dan peninjauan peta kendali pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Peta Kendali T^2 HotellingIndividu Perbaikan ke-2

Gambar 4.11 merupakan Peta Kendali T^2Hotelling Individuyang telah dilakukan perbaikan sebanyak 2 kali, dengan cara menghitung statistik T^2 dari program *Syntax* pada Lampiran 17.*Mean* proses produksi minyak goreng Filma masih di dalam batas kendali, baik batas kendali atas sebesar 22.94 dan batas kendali bawah 0, sehingga dapat disimpulkan bahwa *mean* proses produksi minyak goreng Filma telah terkendali secara statistik, maka dapat dilanjutkan pada analisis berikutnya yaitu analisis kapabilitas proses.

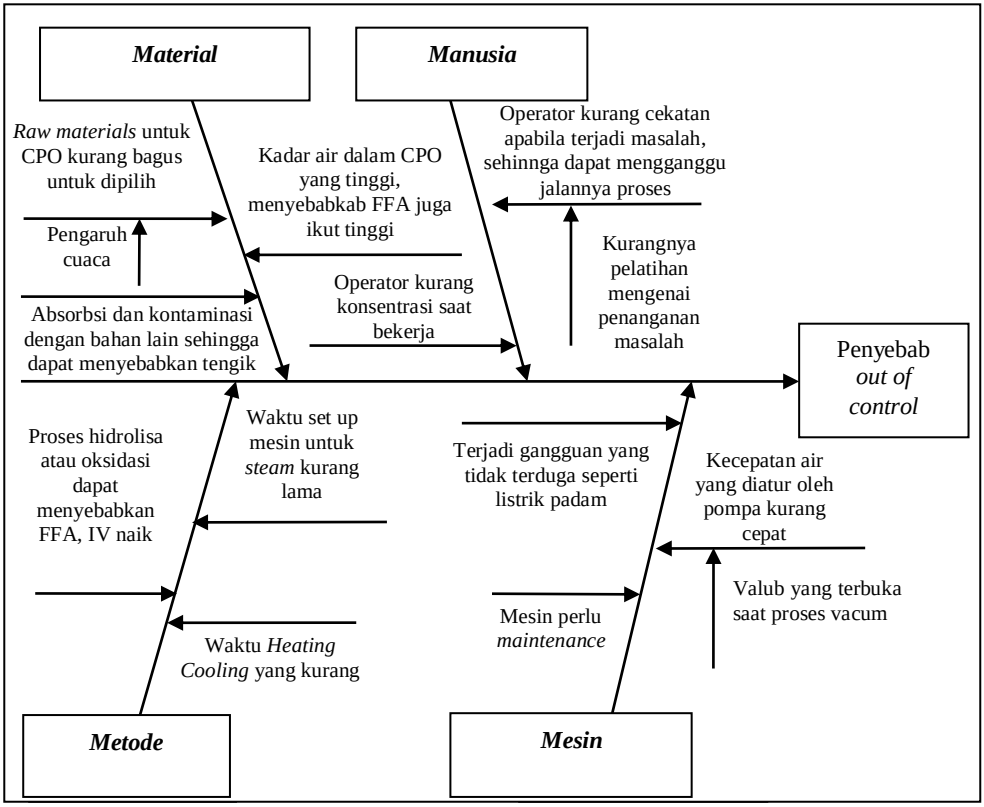
4.2.4 Kapabilitas Proses Produksi Minyak Goreng Filma

Kapabilitas proses secara multivariat untuk mengukur kemampuan proses fase 2 pada bulan Januari 2018 dengan menggunakan *Syntax* pada Lampiran 18. Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel apabila nilai Cp kurang dari 1, sedangkan jika kemampuan proses dikatakan sesuai jika nilai Cp sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1 maka dapat dikatakan bahwa kemampuan proses sangat baik.

Hasil analisis indeks kapabilitas proses pada data produksi minyak goreng Filma Bulan Januari 2018 didapatkan nilai Cp sebesar 7.11. Nilai Cp tersebut menunjukkan bahwa selama bulan Januari 2018 kemampuan proses hasil produksi dapat dikatakan sangatbaik karena nilai Cp lebih dari 1.

4.2.5 Diagram Ishikawa ProsesProduksi Minyak Goreng Filma

Diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui penyebab dari sebuah permasalahan yang berasal dari faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.Permasalahan yang dimaksud pada diagram sebab akibat ini adalah adanya nilai pengamatan karakteristik kualitas yang melebihi dari batas spesifikasi yang telah ditentukan. Diagram sebab akibat mengenai penyebab dari nilai pengamatan yang keluar dari batas spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Diagram *Ishikawa*

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada Bab IV dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kemampuan proses produksi minyak goreng Filma selama Bulan Desember 2017 menunjukkan nilai Cp sebesar 6.05 dan Bulan Januari 2017 sebesar 7.11 sehingga prosesdapat dikatakan kapabel, dan terjadi kenaikan nilai Cp.
2. Ketidaksesuaian yang terjadi pada proses produksi minyak goreng Filma disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain
   a. Faktor metode yaitu terjadi pada saat proses hidrolisa atau oksidasi pada saat proses *deodorizer*, karena pada proses tersebut dapat menyebabkan FFA, dan IV naik.
   b. Faktor material terdapat pada bahan baku biji buah kelapa sawit yang dipilih kurang baik kualitasnya, sehingga dapat menghasilkan CPO yang kurang baik pula, apabilaterjadi absorbsi dan kontaminasi dengan bahan baku CPO (*Crude Palm Oil*) yang kurang baik, dapat menyebabkan tingginya kadar air yang terkandung dalam minyak.
   c. Faktor manusia adalah operator yang kurang cekatan apabila terjadi masalah seperti listrik padam secara tiba-tiba, dan operator kurang berkonsentrasi saat bekerja.
   d. Faktor mesin yaitu jika terjadi listrik padam secara tiba-tiba dapat mengganggu jalannya proses produksi dan mesin perlu *maintenance*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka saran yang diperlukan untuk PT. Sinar Mas Agro Resource and Technology adalah sebagai berikut.

1. PT.SMART Tbk perlu melakukan pengawasan terhadap setiap proses, terutama pada pemilihan TBS (Tandan Buah Segar) supaya dapat menghasilkan kualitas CPO yang baik dan juga perlu melakukan preventif *maintanace* atau pengecekan mesin secara terus menerus sehingga dapat meminimalisir ketidaksesuaian produk.
2. Berdasarkan hasil analisa kapabilitas proses, didapatkan nilai Cp pada fase 2 lebih tinggi dari fase 1, makadapat dikatakan bahwa terjadi kenaikan kapabilitas proses, oleh karena itu, PT.SMART Tbk perlu mempertahankan proses produksi agar tidak terjadi penurunan dengan melakukan beberapa cara seperti mengolah kembali minyak goreng yang tidak memenuhi standard mutu, pengolahan dilakukan dengan mencampurkan olein ke dalam minyak RBDPO kemudian ditambahkan *crystalizer* dan masuk mesin *membrane filter* untuk pemisahan antara sterein dan olein.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni, Lely. 2014. *Tugas Akhir Analisis Kapabilitas Proses Pengemasan Minyak Goreng di PT. Salim Ivomas TBK.* Surabaya: Institut Teknolgi Sepuluh Nopember.

GAPKI.(13 Oktober, 2017).GAPKI Indonesia Palm Oil Association. Retrieved 6 Februari, 2018, from gapki.id:www.gapki.id/news/3384/semester-2017 kinerja-ekspor-minyak-sawit-indonesia-tetap-tumbuh

Heizer, J. &Render, B. (2013).*Operation Management*, 7th ed., Prentice Hall, New Jersey

Johnson, R. A. & Wichern, D. (2007).*Applied Multivariat Statistical Analysis. New Jersey: Prentice Hall.*

Khoo, M. B., & Quah, S. H. 2003. *Multivariate Control Chart For Process Dispersion Based On Individual Observatons* (Vol. 15). Penang, Malaysia: University Sains Malaysia.

Kotz, S. & Johnson, N. L. (1993). *Process Capability Indices*. London, United Kingdom: Chapman&Hall

Montgomery, D.C. (2013). *Introduction To Statistical Quality Control*. Edisi ke-7. Arizona State University: Wiley.

Putra, Elfyan. 2017. *Tugas Akhir implementasi metode lean six sixmauntuk mereduksi waste pada produk Filma 2 L di PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology TBK* .Surabaya: Institut Teknolgi Sepuluh Nopember.

Rencher, Alvin C. 2002. *Methods Of Multivariate Analysis.* Canada: Wiley Intersience

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Proses Produksi Minyak Goreng Filma Bulan Desember Tahun 2017 sebagai Fase I

No	FFA	PV	IV	RED
1	0.039	0.208	62.12	1.8
2	0.041	0.221	61.46	1.8
3	0.041	0.248	61.41	1.6
4	0.039	0.254	61.15	1.6
5	0.042	0.283	60.74	1.7
6	0.04	0.253	60.97	1.7
7	0.04	0.288	60.64	1.7
8	0.039	0.215	60.64	1.5
9	0.039	0.31	60.51	1.5
10	0.041	0.32	60.87	1.7
11	0.04	0.241	62.1	1.6
12	0.04	0.182	60.34	1.7
13	0.041	0.291	60.58	1.8
14	0.043	0.144	61.87	1.7
15	0.04	0.195	61.6	1.8
16	0.041	0.184	60.23	2.1
17	0.043	0.195	62.06	1.8
18	0.043	0.28	60.85	1.8
19	0.043	0.148	63.22	1.6
20	0.041	0.224	62.6	1.7
21	0.04	0.252	61.82	1.8
22	0.04	0.181	62.4	1.6
23	0.04	0.17	61.26	1.5
24	0.042	0.184	60.97	1.5
25	0.037	0.353	61.49	1.7
26	0.041	0.23	61.37	1.4
27	0.041	0.256	61.58	1.3
28	0.041	0.159	61.55	1.4
29	0.04	0.219	61.57	1.4
30	0.046	0.186	62.52	1.4
31	0.045	0.197	62.03	1.5
32	0.044	0.191	61.06	1.6
33	0.044	0.214	60.58	1.6

Lampiran 1. Lanjutan

No.	FFA	PV	IV	RED
34	0.044	0.225	60.55	1.6
35	0.042	0.221	61.47	1.5
36	0.044	0.225	60.55	1.6
37	0.044	0.208	61.11	1.7
38	0.043	0.181	60.5	1.7
39	0.044	0.217	61.94	1.7
40	0.044	0.189	60.81	1.7
41	0.045	0.203	60.75	1.8
42	0.045	0.225	60.54	1.8
43	0.043	0.219	61.71	2.1
44	0.045	0.165	61.1	2.1
45	0.042	0.234	60.54	1.5
46	0.043	0.233	60.59	1.5
47	0.044	0.156	61.14	1.6
48	0.044	0.203	61.28	1.7
49	0.045	0.24	61.8	1.6
50	0.042	0.205	60.77	1.7
51	0.043	0.217	61.32	1.7
52	0.044	0.152	61.96	1.6
53	0.042	0.18	60.91	1.6
54	0.043	0.188	60.97	1.6
55	0.045	0.222	60.51	1.5
56	0.044	0.19	61.64	1.6
57	0.042	0.203	61.39	1.5
58	0.045	0.229	61.6	1.7
59	0.042	0.172	58	2.1
60	0.044	0.21	60.85	1.7
61	0.045	0.187	61.8	1.8
62	0.044	0.175	60.84	1.8
63	0.041	0.245	60.94	1.7
64	0.044	0.284	61.71	1.6
65	0.043	0.194	60.82	1.6
66	0.043	0.194	61	1.7
67	0.044	0.189	61.7	1.6
68	0.044	0.202	62.18	1.7
69	0.044	0.211	61.67	1.7

Lampiran 2. Data Proses Produksi Minyak Goreng Filma Bulan Januari Tahun 2018 sebagai Fase 2

No	FFA	PV	IV	RED
1	0.044	0.227	60.52	1.7
2	0.044	0.197	60.99	1.5
3	0.042	0.172	62.78	1.6
4	0.042	0.174	62.61	1.7
5	0.043	0.18	62.06	1.6
6	0.045	0.21	61.65	1.8
7	0.041	0.221	62.79	1.6
8	0.044	0.205	60.64	1.8
9	0.044	0.202	61.29	1.8
10	0.044	0.224	60.53	1.7
11	0.042	0.203	60.76	1.7
12	0.045	0.25	61.57	1.7
13	0.044	0.211	60.79	1.8
14	0.047	0.223	60.72	1.8
15	0.043	0.186	61.21	1.8
16	0.045	0.177	61.29	1.7
17	0.04	0.194	62.35	1.5
18	0.043	0.206	60.69	1.8
19	0.038	0.173	61.11	1.5
20	0.044	0.154	61.28	1.8
21	0.042	0.19	62.75	1.5
22	0.044	0.21	60.63	1.2
23	0.044	0.219	60.71	1.5
24	0.044	0.228	62.05	1.5
25	0.042	0.195	60.63	1.5
26	0.041	0.17	62.85	1.5
27	0.043	0.193	62.05	1.5
28	0.045	0.206	62.17	1.5
29	0.044	0.215	61.2	1.4
30	0.043	0.218	61.66	1.4
31	0.043	0.22	61.7	1.8
32	0.042	0.232	60.89	1.5
33	0.047	0.207	62.28	1.8
34	0.045	0.221	61.72	1.7
35	0.045	0.177	60.7	1.7
36	0.043	0.217	60.65	1.7
37	0.045	0.246	61.98	1.7

Lampiran 2. Lanjutan

No	FFA	PV	IV	RED
38	0.044	0.143	60.8	1.7
39	0.044	0.215	61.68	1.7
40	0.043	0.207	61.2	1.6
41	0.044	0.215	61.68	1.7
42	0.044	0.235	62.12	1.6
43	0.041	0.266	61.64	1.6
44	0.042	0.205	62.01	1.6
45	0.04	0.207	61.5	1.5
46	0.04	0.222	60.75	1.4
47	0.043	0.218	61.62	1.6
48	0.041	0.212	61.08	1.5
49	0.041	0.213	61.01	1.4
50	0.042	0.24	61.71	1.5
51	0.042	0.202	61.86	1.4
52	0.042	0.222	60.51	1.5
53	0.041	0.207	61.83	1.4
54	0.043	0.208	61.12	1.5
55	0.042	0.264	61.96	1.8
56	0.044	0.224	62.04	1.8
57	0.044	0.42	61.33	1.9
58	0.04	0.251	60.52	1.4
59	0.041	0.188	62.81	1.5
60	0.042	0.199	61.62	1.4
61	0.042	0.217	60.99	1.5
62	0.042	0.213	61.07	1.5
63	0.041	0.204	62.23	1.5
64	0.041	0.226	61.28	1.5
65	0.041	0.164	60.93	1.4
66	0.044	0.178	62.11	1.4
67	0.043	0.189	62.24	1.6
68	0.042	0.2	61.22	1.5
69	0.041	0.147	60.98	1.4
70	0.044	0.364	61.22	1.9
71	0.043	0.181	61.23	1.4
72	0.041	0.179	61.11	1.4
73	0.041	0.194	60.64	1.4
74	0.042	0.175	60.82	1.5

Lampiran 2. Lanjutan

No	FFA	PV	IV	RED
75	0.041	0.175	60.93	1.5
76	0.044	0.185	61.08	1.8
77	0.044	0.229	60.72	1.8
78	0.044	0.22	60.96	1.8
79	0.043	0.174	61.04	1.8
80	0.045	0.237	61.58	1.8
81	0.045	0.237	61.58	1.8
82	0.043	0.177	60.51	1.7
83	0.043	0.203	60.66	1.8
84	0.041	0.196	60.89	1.8

Lampiran 3.*Output*Dependensi Variabel Fase I

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.505
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	18.696
	df	6
	Sig.	.005

Lampiran 4.*Output*Dependensi Variabel Fase II

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.566
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	35.997
	df	6
	Sig.	.000

Lampiran5. Program*Syntax*Pemeriksan Distribusi Normal Multivariat

```
multinom.test<-function(X){
#######################################
#input X adalah matrix berukuran n x p
#######################################

X<-as.data.frame(X)
mu<-colMeans(X)
S<-cov(X)
invS<-solve(S)
d<-matrix(rep(0,nrow(X)),nrow(X),1)
eval<-matrix(rep(0,nrow(X)),nrow(X),1)
q<-qchisq(0.5,ncol(X)) #menghitung titik kritis
#menghitung jarak dan mengevaluasinya terhadap titik kritis
for (i in 1:nrow(X)){
d[i]<-as.numeric(t(X[i,]-
mu))%*%(invS)%*%as.numeric(X[i,]-mu)
ifelse(d[i]<=q,eval[i]<-1,eval[i]<-0)
    }
#menghitung propporsi jarak yang memenuhi kriteria
pengujian
prop<-sum(eval)/nrow(X)
result<-list(distance=d,chisquared=q,proportion=prop)
return(result)
}
```

Lampiran 6.*Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase I

```
$$chisquared
[1] 3.356694

$proportion
[1] 0.5797101
```

Lampiran 7.*Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 2

```
$chisquared
[1] 3.356694

$proportion
[1] 0.6309524
```

Lampiran 8. Program *Syntax* Peta Kendali M

```
%Program Peta Kendali M
data= load ('namadata.txt')
alpha= nilai alfa yang ingin dimasukkan
[m,p]=size(data)
%Menghitung Matriks Kovarian
S=cov(data)
%Menghitung Successive Difference
n=m-1
for i=1:n
        for j=1:p
                k=i+1
                V(i,j)=data(k,j)-data(i,j)
        end
end

%Menghitung Statistik M
inv_S=inv(S)
Vt=V.'
for j=1:n
        M(j,1)=(1/2)*V(j,:)*inv_S*Vt(:,j)
end
%Menghitung Batas Kendali
ucl=chi2inv(1-(alpha/2),p)
lcl=chi2inv(alpha/2,p)

%Peta Kendali
for j=1:n
        bka(j,1)=ucl
end
for j=1:n
        bkb(j,1)=lcl
end
x=1:m-1
y=M
```

Lampiran 8. Lanjutan

```
plot(x,y,'b*-',x,bka,'k-',x,bkb,'k-')
title('Peta Kendali M Fase I')
xlabel('observasi ke-')
ylabel('M')
text(k,ucl,'UCL')
text(k,lcl,'LCL')

%Jumlah Observasi Yang Keluar
for j=1:n
        if(M(j,1)>ucl)|(M(j,1)<lcl)
                o(j,1)=j; else o(j,1)=0
        end;
end;

obs=sum(o)
%Observasi Yang Keluar
for j=1:n
        if(M(j,1)>ucl)|(M(j,1)<lcl)
                obs(j,1)=j; else obs(j,1)=0
        end;
end;
obs_out=obs
```

Lampiran 9.*Output* Statistik Uji M Data Desember 2017

NO	Mi	BKA	BKB	NO	Mi	BKA	BKB
1	1.2790531	17.800413	0.1057671	35	1.496552	17.800413	0.1057671
2	1.0632944	17.800413	0.1057671	36	0.715323	17.800413	0.1057671
3	0.612543	17.800413	0.1057671	37	1.0064983	17.800413	0.1057671
4	2.4225319	17.800413	0.1057671	38	3.1240374	17.800413	0.1057671
5	1.3307431	17.800413	0.1057671	39	1.7148433	17.800413	0.1057671
6	0.4872571	17.800413	0.1057671	40	0.4925936	17.800413	0.1057671
7	3.3952004	17.800413	0.1057671	41	0.1933535	17.800413	0.1057671
8	3.1181282	17.800413	0.1057671	42	5.0788453	17.800413	0.1057671
9	1.8504413	17.800413	0.1057671	43	1.5636255	17.800413	0.1057671
10	3.891488	17.800413	0.1057671	44	9.4862101	17.800413	0.1057671
11	4.5262934	17.800413	0.1057671	45	0.1513466	17.800413	0.1057671
12	5.4880925	17.800413	0.1057671	46	2.1210624	17.800413	0.1057671
13	7.2853675	17.800413	0.1057671	47	1.1180211	17.800413	0.1057671
14	1.6675705	17.800413	0.1057671	48	1.2645284	17.800413	0.1057671
15	2.8631217	17.800413	0.1057671	49	3.5952951	17.800413	0.1057671
16	4.783219	17.800413	0.1057671	50	0.5994065	17.800413	0.1057671
17	3.5533815	17.800413	0.1057671	51	1.5978933	17.800413	0.1057671
18	10.286889	17.800413	0.1057671	52	1.4957091	17.800413	0.1057671
19	2.0675792	17.800413	0.1057671	53	0.2300243	17.800413	0.1057671
20	0.8261499	17.800413	0.1057671	54	1.9497682	17.800413	0.1057671
21	2.60938	17.800413	0.1057671	55	2.3684752	17.800413	0.1057671
22	1.9380734	17.800413	0.1057671	56	0.7731091	17.800413	0.1057671
23	0.9424378	17.800413	0.1057671	57	3.0032759	17.800413	0.1057671
24	11.344125	17.800413	0.1057671	58	17.061572	17.800413	0.1057671
25	7.6500808	17.800413	0.1057671	59	10.627991	17.800413	0.1057671
26	0.4347512	17.800413	0.1057671	60	1.4041256	17.800413	0.1057671
27	3.4063331	17.800413	0.1057671	61	1.239519	17.800413	0.1057671
28	1.0653098	17.800413	0.1057671	62	1.9542947	17.800413	0.1057671
29	5.4387465	17.800413	0.1057671	63	3.3523546	17.800413	0.1057671
30	0.4603004	17.800413	0.1057671	64	4.6636596	17.800413	0.1057671
31	1.1386748	17.800413	0.1057671	65	0.2902188	17.800413	0.1057671
32	0.3696742	17.800413	0.1057671	66	0.6582812	17.800413	0.1057671
33	0.0417511	17.800413	0.1057671	67	0.6701286	17.800413	0.1057671
34	1.496552	17.800413	0.1057671	68	0.2721813	17.800413	0.1057671

Lampiran 10.*Output* Statistik Uji M Data Desember 2017 **(**Perbaikan ke-1)

NO	Mi	BKA	BKB	NO	Mi	BKA	BKB
1	1.279053	17.80041	0.105767	35	0.715323	17.800413	0.1057671
2	1.063294	17.80041	0.105767	36	1.006498	17.800413	0.1057671
3	0.612543	17.80041	0.105767	37	3.124037	17.800413	0.1057671
4	2.422532	17.80041	0.105767	38	1.714843	17.800413	0.1057671
5	1.330743	17.80041	0.105767	39	0.492594	17.800413	0.1057671
6	0.487257	17.80041	0.105767	40	0.193353	17.800413	0.1057671
7	3.3952	17.80041	0.105767	41	5.078845	17.800413	0.1057671
8	3.118128	17.80041	0.105767	42	1.563626	17.800413	0.1057671
9	1.850441	17.80041	0.105767	43	9.48621	17.800413	0.1057671
10	3.891488	17.80041	0.105767	44	0.151347	17.800413	0.1057671
11	4.526293	17.80041	0.105767	45	2.121062	17.800413	0.1057671
12	5.488092	17.80041	0.105767	46	11.34413	17.800413	0.1057671
13	7.285368	17.80041	0.105767	47	1.118021	17.800413	0.1057671
14	1.66757	17.80041	0.105767	48	1.264528	17.800413	0.1057671
15	2.863122	17.80041	0.105767	49	3.595295	17.800413	0.1057671
16	4.783219	17.80041	0.105767	50	0.599406	17.800413	0.1057671
17	3.553381	17.80041	0.105767	51	1.597893	17.800413	0.1057671
18	10.28689	17.80041	0.105767	52	1.495709	17.800413	0.1057671
19	2.067579	17.80041	0.105767	53	0.230024	17.800413	0.1057671
20	0.82615	17.80041	0.105767	54	1.949768	17.800413	0.1057671
21	2.60938	17.80041	0.105767	55	2.368475	17.800413	0.1057671
22	1.938073	17.80041	0.105767	56	0.773109	17.800413	0.1057671
23	0.942438	17.80041	0.105767	57	3.003276	17.800413	0.1057671
24	11.34413	17.800413	0.1057671	58	10.62799	17.800413	0.1057671
25	7.650081	17.800413	0.1057671	59	1.404126	17.800413	0.1057671
26	0.434751	17.800413	0.1057671	60	1.239519	17.800413	0.1057671
27	3.406333	17.800413	0.1057671	61	1.954295	17.800413	0.1057671
28	1.06531	17.800413	0.1057671	62	3.352355	17.800413	0.1057671
29	5.438747	17.800413	0.1057671	63	4.66366	17.800413	0.1057671
30	0.4603	17.800413	0.1057671	64	0.290219	17.800413	0.1057671
31	1.138675	17.800413	0.1057671	65	0.658281	17.800413	0.1057671
32	0.369674	17.800413	0.1057671	66	0.670129	17.800413	0.1057671
33	1.496552	17.800413	0.1057671	67	0.272181	17.800413	0.1057671
34	1.496552	17.800413	0.1057671	68	10.62799	17.800413	0.1057671

Lampiran 11. *Output* Statistik Uji M Data Januari 2018

NO	Mi	BKA	BKB	NO	Mi	BKA	BKB
1	1.457326	17.800413	0.1057671	43	1.890789	17.800413	0.1057671
2	6.17061	17.800413	0.1057671	44	1.135102	17.800413	0.1057671
3	0.318471	17.800413	0.1057671	45	1.175798	17.800413	0.1057671
4	1.274752	17.800413	0.1057671	46	2.906894	17.800413	0.1057671
5	1.239165	17.800413	0.1057671	47	1.136965	17.800413	0.1057671
6	4.695333	17.800413	0.1057671	48	0.314322	17.800413	0.1057671
7	7.480557	17.800413	0.1057671	49	1.036692	17.800413	0.1057671
8	0.516348	17.800413	0.1057671	50	0.675966	17.800413	0.1057671
9	1.32751	17.800413	0.1057671	51	2.495693	17.800413	0.1057671
10	1.242845	17.800413	0.1057671	52	2.307404	17.800413	0.1057671
11	3.942052	17.800413	0.1057671	53	1.326917	17.800413	0.1057671
12	2.329624	17.800413	0.1057671	54	5.181275	17.800413	0.1057671
13	2.38838	17.800413	0.1057671	55	1.724147	17.800413	0.1057671
14	4.868079	17.800413	0.1057671	56	14.51925	17.800413	0.1057671
15	1.927504	17.800413	0.1057671	57	13.09456	17.800413	0.1057671
16	6.414723	17.800413	0.1057671	58	8.61035	17.800413	0.1057671
17	5.360834	17.800413	0.1057671	59	2.700262	17.800413	0.1057671
18	4.832188	17.800413	0.1057671	60	0.781693	17.800413	0.1057671
19	7.505332	17.800413	0.1057671	61	0.013782	17.800413	0.1057671
20	5.526952	17.800413	0.1057671	62	1.904187	17.800413	0.1057671
21	11.58882	17.800413	0.1057671	63	1.27457	17.800413	0.1057671
22	2.609281	17.800413	0.1057671	64	1.624967	17.800413	0.1057671
23	2.218299	17.800413	0.1057671	65	4.142871	17.800413	0.1057671
24	3.91996	17.800413	0.1057671	66	2.010497	17.800413	0.1057671
25	6.426937	17.800413	0.1057671	67	1.701892	17.800413	0.1057671
26	1.968503	17.800413	0.1057671	68	1.126604	17.800413	0.1057671
27	1.114217	17.800413	0.1057671	69	17.66374	17.800413	0.1057671
28	1.552049	17.800413	0.1057671	70	14.30195	17.800413	0.1057671
29	0.519451	17.800413	0.1057671	71	1.066194	17.800413	0.1057671
30	4.765865	17.800413	0.1057671	72	0.352005	17.800413	0.1057671
31	3.254036	17.800413	0.1057671	73	0.570099	17.800413	0.1057671
32	8.230597	17.800413	0.1057671	74	0.275114	17.800413	0.1057671
33	1.35298	17.800413	0.1057671	75	2.372729	17.800413	0.1057671
34	2.021837	17.800413	0.1057671	76	0.892213	17.800413	0.1057671
35	1.719117	17.800413	0.1057671	77	0.100208	17.800413	0.1057671
36	3.524637	17.800413	0.1057671	78	1.043977	17.800413	0.1057671
37	5.998557	17.800413	0.1057671	79	2.856073	17.800413	0.1057671
38	2.947607	17.800413	0.1057671	80	0	17.800413	0.1057671
39	0.559486	17.800413	0.1057671	81	3.243435	17.800413	0.1057671
40	0.559486	17.800413	0.1057671	82	0.460612	17.800413	0.1057671
41	0.774188	17.800413	0.1057671	83	1.113919	17.800413	0.1057671
42	3.081265	17.800413	0.1057671				

Lampiran 12. *Output* Statistik Uji M Data Januari 2018(Perbaikan 1)

NO	Mi	BKA	BKB	NO	Mi	BKA	BKB
1	1.439598	17.800413	0.1057671	42	2.999332	17.800413	0.1057671
2	6.008186	17.800413	0.1057671	43	1.835133	17.800413	0.1057671
3	0.313728	17.800413	0.1057671	44	1.123503	17.800413	0.1057671
4	1.234269	17.800413	0.1057671	45	1.149262	17.800413	0.1057671
5	1.249962	17.800413	0.1057671	46	2.885649	17.800413	0.1057671
6	4.623235	17.800413	0.1057671	47	1.126505	17.800413	0.1057671
7	7.356304	17.800413	0.1057671	48	0.307981	17.800413	0.1057671
8	0.507375	17.800413	0.1057671	49	1.02156	17.800413	0.1057671
9	1.296819	17.800413	0.1057671	50	0.661751	17.800413	0.1057671
10	1.208349	17.800413	0.1057671	51	2.462493	17.800413	0.1057671
11	3.84838	17.800413	0.1057671	52	2.27792	17.800413	0.1057671
12	2.268323	17.800413	0.1057671	53	1.307933	17.800413	0.1057671
13	2.321424	17.800413	0.1057671	54	5.030028	17.800413	0.1057671
14	4.732172	17.800413	0.1057671	55	1.669788	17.800413	0.1057671
15	1.864205	17.800413	0.1057671	56	14.09495	17.800413	0.1057671
16	6.295465	17.800413	0.1057671	57	12.94644	17.800413	0.1057671
17	5.3334	17.800413	0.1057671	58	8.450237	17.800413	0.1057671
18	4.827221	17.800413	0.1057671	59	2.62867	17.800413	0.1057671
19	7.421872	17.800413	0.1057671	60	0.636363	17.800413	0.1057671
20	5.448103	17.800413	0.1057671	61	1.86378	17.800413	0.1057671
21	11.25939	17.800413	0.1057671	62	1.252377	17.800413	0.1057671
22	2.561801	17.800413	0.1057671	63	1.576274	17.800413	0.1057671
23	2.176319	17.800413	0.1057671	64	4.059213	17.800413	0.1057671
24	3.842626	17.800413	0.1057671	65	1.951483	17.800413	0.1057671
25	6.305822	17.800413	0.1057671	66	1.675978	17.800413	0.1057671
26	1.91766	17.800413	0.1057671	67	1.104272	17.800413	0.1057671
27	1.08478	17.800413	0.1057671	68	17.34804	17.800413	0.1057671
28	1.529038	17.800413	0.1057671	69	14.0156	17.800413	0.1057671
29	0.504839	17.800413	0.1057671	70	1.037394	17.800413	0.1057671
30	4.676965	17.800413	0.1057671	71	0.345569	17.800413	0.1057671
31	3.20494	17.800413	0.1057671	72	0.561127	17.800413	0.1057671
32	8.14521	17.800413	0.1057671	73	0.26693	17.800413	0.1057671
33	1.334827	17.800413	0.1057671	74	2.390141	17.800413	0.1057671
34	1.967957	17.800413	0.1057671	75	0.469718	17.800413	0.0181481
35	1.664384	17.800413	0.1057671	76	1.013848	17.800413	0.0181481
36	3.45572	17.800413	0.1057671	77	2.779347	17.800413	0.0181481
37	5.822526	17.800413	0.1057671	78	3.180899	17.800413	0.0181481
38	2.856294	17.800413	0.1057671	79	0.449985	17.800413	0.0181481
39	0.555742	17.800413	0.1057671	80	1.081687	17.800413	0.0181481
40	0.555742	17.800413	0.1057671	81	3.413027	17.800413	0.0181481
41	0.756595	17.800413	0.1057671				

Lampiran 13. Homogenitas Matriks Varians Kovarians Peta M

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]

Box's M	33.827
F	3.284
df1	10
df2	97361.325
Sig.	.000

Lampiran 14. Homogenitas Matriks Varians Kovarians Peta T^2 Hotteling

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]

Box's M	23.479
F	2.274
df1	10
df2	78679.466
Sig.	.012

Lampiran 15.*Output* Uji*Behrens-Fisher*Peta M

```
MTB > name m1 "COVA1"
MTB > covariance 'FFA1'-'RED1' 'COVA1'
MTB > name m2 "COVA2"
MTB > covariance 'FFA2'-'RED2' 'COVA2'
MTB > copy c11 m3
MTB >trans m3 m4
MTB > mult 0.014492754 m1 m5
MTB > mult 0.011904762 m2 m6
MTB > add m5 m6 m7
MTB > copy m7 c13
MTB > invert m7 m8
MTB > print m7 c13
MTB > mult m4 m8 m9
MTB > mult m9 m3 m10

Answer = 9.7116
```

Lampiran 16.*Output* Uji *Behrens-Fisher* Peta T^2 Hotteling

```
MTB > name m1 "COVA1"
MTB > Covarians 'FFA'-'COLOR' 'COVA1'
MTB > name m2 "COVA2"
MTB > covariance 'FFA 2'-'RED 2' 'COVA2'
MTB > copy c11 m3
MTB >trans m3 m4
MTB > mult 0.016393443 m1 m5
MTB > mult 0.012345679 m2 m6
MTB > add m5 m6 m7
MTB > invert m7 m8
MTB > print m7 c13
MTB > print m8
MTB > mult m4 m8 m9
MTB > mult m9 m3 m10

Answer = 5.1400
```

Lampiran 17. Program *Syntax* Kapabilitas Multivariat
Fase 1

```
macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 t4 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.62 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s
cm2 cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.62
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo
```

Lampiran 17. Program *Syntax* Kapabilitas Multivariat
Fase 1 (Lanjutan)

```
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=0.025
let t2=1.5
let t3=0.25
let t4=0.9
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
let c.3=mean(x.3)-t3
let c.4=mean(x.4)-t4
print c.1-c.4
copy c.1-c.4 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```

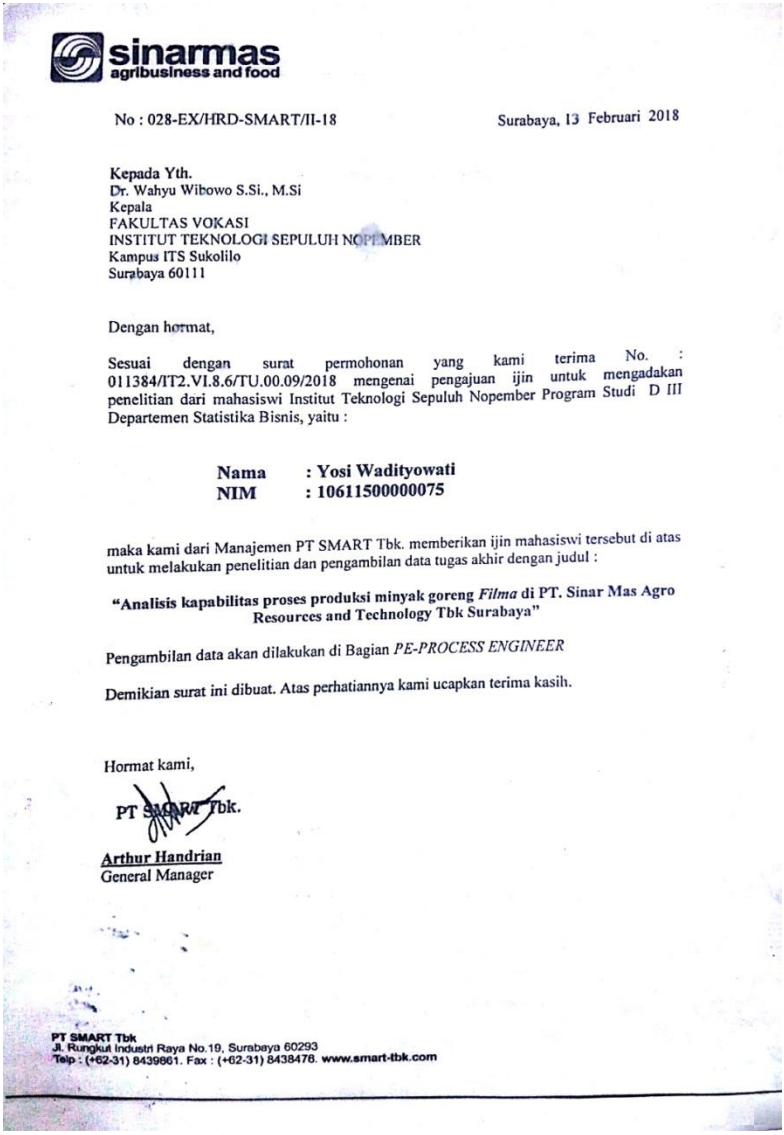
Lampiran 18. Program *Syntax* Kapabilitas Multivariat Fase 2

```
macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 t4 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.81 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s
cm2 cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.81
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo
```

Lampiran 18. Program *Syntax* Kapabilitas Multivariat Fase 2 (Lanjutan)

```
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=0.025
let t2=1.5
let t3=0.25
let t4=0.9
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
let c.3=mean(x.3)-t3
let c.4=mean(x.4)-t4
print c.1-c.4
copy c.1-c.4 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```

Lampiran 19. Surat Penerimaan Perusahaan



sinarmas
agribusiness and food

No : 028-EX/HRD-SMART/II-18

Surabaya, 13 Februari 2018

Kepada Yth.
Dr. Wahyu Wibowo S.Si., M.Si
Kepala
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Kampus ITS Sukolilo
Surabaya 60111

Dengan hormat,

Sesuai dengan surat permohonan yang kami terima No. : 011384/IT2.VI.8.6/TU.00.09/2018 mengenai pengajuan ijin untuk mengadakan penelitian dari mahasiswi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Program Studi D III Departemen Statistika Bisnis, yaitu :

Nama : Yosi Wadityowati
NIM : 10611500000075

maka kami dari Manajemen PT SMART Tbk. memberikan ijin mahasiswi tersebut di atas untuk melakukan penelitian dan pengambilan data tugas akhir dengan judul :

"Analisis kapabilitas proses produksi minyak goreng *Filma* di PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk Surabaya"

Pengambilan data akan dilakukan di Bagian *PE-PROCESS ENGINEER*

Demikian surat ini dibuat. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

PT SMART Tbk.

Arthur Handrian
General Manager

PT SMART Tbk
Jl. Rungkut Industri Raya No.19, Surabaya 60293
Telp : (+62-31) 8439861. Fax : (+62-31) 8438478. www.smart-tbk.com

Lampiran 20. Surat Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Yosi Wadityowati

NRP : 10611500000075

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari :

Sumber : PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk

Keterangan : Data Hasil Proses Produksi Minyak Goreng Filma pada Bulan Desember 2017 dan Januari 2018

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data, maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Mengetahui,
Pejabat Pemberi Data,

PT SMART Tbk.

(Hartono . Santoso .)
NIP. 8000787

Surabaya,
Yang membuat Pernyataan

(Yosi Wadityowati)
NRP. 10611500000075

BIODATA PENULIS

Penulis bernama Yosi Wadityowati, lahir di Surabaya, tanggal 3 Juli 1997. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan suami istri, Sudjarwadi dan Sulistiowati.Penulis memiliki satu saudara laki-laki bermana Narendra Yusuf S. Bertempat tinggal di Dk. Karangan GG 6 (Masjid) RT.07 RW.03 Kec.Wiyung, Surabaya, dan telah menempuh pendidikan formal mulai dari TK Darul Arqom (2001-2003), SDN Jajar Tunggal III/452 Surabaya (2003-2009), SMPN 34 Surabaya (2009-2012), SMAN 13 Surabaya (2012-2015), dan saat ini melanjutkan studinya Diploma III jurusan Statistika Bisnis Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember angkatan 2015 yang disebut dengan "HEROES". Selain sebagai Mahasiswa, Penulis juga aktif dalam kegiatan-kegiatan yang dapat menunjang kemampuan, seperti mengikuti pelatihan kepemimpinan dasar, pelatihan ketrampilan manajemen, pelatihan *training of public speaking*, dan lain-lain, selain itu penulis juga sering menjadi *surveyor* untuk ikatan Dinas, maupun ikatan non-Dinas. Pada akhir semester 4, Penulis mendapat kesempatan untuk melakukan kerja praktek di salah satu perusahaan BUMN yaitu PT.PAL Indonesia (Persero) di bagian Jaminan Kualitas (QA).Segala kritik dan saran akan sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Jika ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis dapat dihubungi melalui email yosiwadi@gmail.com