

**PERBANDINGAN KINERJA BAGAN KENDALI
*MULTIVARIATE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING
VARIANCE DAN MULTIVARIATE EXPONENTIALLY
WEIGHTED MEAN SQUARED DEVIATION***

SKRIPSI



ISRA' RIZKA UTAMI

H051181302

Pembimbing Utama : Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si

Pembimbing Pertama : Dra. Nasrah Sirajang, M.Si

Dosen Penguji : Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si

Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**PERBANDINGAN KINERJA BAGAN KENDALI
*MULTIVARIATE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING
VARIANCE* DAN *MULTIVARIATE EXPONENTIALLY
WEIGHTED MEAN SQUARED DEVIATION***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

**ISRA' RIZKA UTAMI
H051181302**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

Perbandingan Kinerja Bagan Kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* dan *Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation*

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

Makassar, 21 Oktober 2022



Isra' Rizka Utami

NIM H051181302

**PERBANDINGAN KINERJA BAGAN KENDALI
MULTIVARIATE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING
VARIANCE DAN MULTIVARIATE EXPONENTIALLY
WEIGHTED MEAN SQUARED DEVIATION**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama



Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.

NIP. 19750429200002001



Dra. Nasrah Sirajang, M.Si.

NIP. 196505191993032002



Ketua Program Studi

Dr. Nuruti Sunusi, S.Si., M.Si.

NIP. 19720117 199703 2 002

Pada 21 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Isra' Rizka Utami
NIM : H051181302
Program Studi : Statistika
Judul Skripsi : Perbandingan Kinerja Bagan Kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* dan *Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

1. Ketua : Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si. (.....)
2. Sekretaris : Dra. Nasrah Sirajang, M.Si. (.....)
3. Anggota : Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si. (.....)
4. Anggota : Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 21 September 2022

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alaamiin, tiada kata yang paling indah penulis harus panjatkan selain rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa umatnya ke jalan kebenaran. Penulis sangat bersyukur atas segala limpahan kenikmatan yang telah diberikan, terutama nikmat kesehatan, kesempatan, serta kemudahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penyusunan tugas akhir ini tidak luput dari dukungan dan bantuan yang penulis dapatkan dari berbagai pihak, baik itu berupa dukungan moril maupun materil.. Untuk itu suatu kewajiban kepada penulis haturkan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua tercinta, Almarhum Ayahanda **M.Arifah** dan Ibunda **Hastini, S.T., M.Si** yang telah menjadi inspirasi, mendidik, dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, serta dengan ikhlas mengiringi setiap langkah penulis dengan do'a dan restunya, dan kepada Adek-adekku **Rofi'ah 'Iffah Karimah** dan **Rahmat Fatih Al Banna** serta keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan doa, semangat, dukungan dan kasih sayang.

Penghargaan dan ucapan terima kasih dengan penuh ketulusan juga penulis ucapkan kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc**, selaku **Rektor Universitas Hasanuddin** beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin**, selaku **Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin** beserta seluruh jajarannya.
3. Ibu **Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si, M.Si.**, selaku **Ketua Departemen Statistika** sekaligus Penasehatan Akademik dan Tim penguji, serta segenap dosen pengajar dan staf Departemen Statistika yang telah membekali ilmu dan meluangkan waktunya untuk Penulis selama menjadi mahasiswa dilingkungan Universitas Hasanuddin.

4. Ibu **Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si, M.Si.**, selaku Pembimbing Utama dan Ibu **Dra. Nasrah Sirajang, M.Si.** selaku Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk membantu penulis menyelesaikan hambatan dan tantangan serta memberikan arahan, dorongan, motivasi dan semangat kepada Penulis dari awal hingga selesainya penulisan skripsi ini.
5. Ibu **Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.** selaku Tim Penguji., yang telah memberikan koreksi dan saran kepada penulis dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini
6. Sahabat-sahabatku tercinta, **Sri Rahmayanti, Husnul Afifah, Farhanah Rahmah, Noor Aisyah Harries**, dan **Nurul Khalisah Maisuri**, yang senantiasa memberikan semangat serta menemani penulis selama menyelesaikan skripsi ini
7. Sahabat seperjuangan FaRIN: **Riskayani, Nurul Ikhsani, Andi Umami Melin Aicha, dan Rahma Alifah**. Terima kasih atas semua bantuan, canda tawa, suka duka perkuliahan, dan kebersamaan yang telah lewati, serta telah mendengarkan keluh kesah Penulis selama menjalani masa kuliah sampai detik ini dan seterusnya.
8. Teman seperjuangan **Statistika 2018, victor, uli, hidayah, ifah, sisi, nuge**, dan teman-teman yang lain terima kasih atas ilmu, kebersamaan, perjuangan, dukungan dan kenangan indah selama di Kampus Universitas Hasanuddin, kalian orang-orang hebat.
9. Semua pihak yang telah banyak berpartisipasi, baik secara langsung maupun tidak langsung yang tak sempat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati Penulis memohon maaf. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Makassar, 21 Oktober 2022


Isra' Rizka Utami

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Isra' Rizka Utami
NIM : H051181302
Program Studi : Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

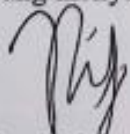
“Perbandingan Kinerja Bagan Kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* dan *Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation*”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada tanggal, 21 Oktober 2022

Yang menyatakan


(Isra' Rizka Utami)

ABSTRAK

Suatu perusahaan harus memastikan bahwa tempat usahanya memiliki variabilitas proses yang masih dalam batas toleransi. Kasus dalam dunia nyata seringkali dipengaruhi oleh lebih dari satu variabel. Sehingga diperlukan monitoring variabilitas proses secara multivariat. Pada penelitian akan diselidiki perbandingan kinerja bagan kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* (MEWMV) dan *Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation* (MEWMS). Hasilnya memperlihatkan bahwa bagan kendali MEWMV lebih sensitif dibandingkan dengan bagan kendali MEWMS. Adapun penerapan kedua bagan kendali dalam data kualitas produksi minyak goreng Filma PT. SMART, Tbk. menunjukkan bagan kendali MEWMV pada data fase I maupun fase II dengan nilai pembobot paling optimum ω sebesar 0.3 dan λ sebesar 0.4 semua pengamatan berada di dalam batas kendali. Bagan kendali MEWMS pada data fase I maupun fase II dengan nilai pembobot paling optimum ω sebesar 0.4 semua pengamatan berada di dalam batas kendali.

Kata Kunci: Bagan Kendali, Variabilitas Proses, MEWMV, MEWMS

ABSTRACT

A company must ensure that its place of business has process variability that is still within tolerance limits. Cases in the real world are often influenced by more than one variable. So it is necessary to monitor the process variability in a multivariate manner. In this study, the comparison of the performance of the Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance (MEWMV) and Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation (MEWMS) control charts will be investigated. The results show that the MEWMV control chart is more sensitive than the MEWMS control chart. As for the application of the two control charts in the production quality data of PT Filma's cooking oil. SMART, Tbk. shows the MEWMV control chart on phase I and phase II data with the most optimum weighting value of 0.3 and of 0.4 all observations are within the control limits. MEWMS control chart on phase I and phase II data with the most optimum weighting value of 0.4 all observations are within the control limits.

Keywords: Control Charts, Process Variability, MEWMV, MEWMS

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengendalian Kualitas Statistik	4
2.2 Matriks Varian Kovarian	5
2.3 Uji Dependensi Variabel	5
2.4 Uji Normalitas Multivariat	7
2.5 Bagan Kendali <i>Multivariate Exponentially Weighed Moving Average</i>	7
2.6 Bagan Kendali <i>Multivariate Exponentially Weighed Moving Variance</i>	8
2.7 Bagan kendali <i>Multivariate Exponentially Mean Squared deviation</i>	11
2.8 <i>Average Run Length</i>	12
2.9 Proses Pembuatan Minyak Goreng di PT. SMART Tbk	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Sumber Data.....	15
3.2 Variabel.....	15
3.3 Metode Analisis	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Bagan Kendali <i>Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance</i>	18
4.2 Bagan Kendali <i>Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation</i>	24
4.3 Kinerja Bagan Kendali berdasarkan ARL	29
4.4 Penerapan Bagan Kendali Variabilitas Multivariat pada Data Fase I	39
4.4.1 Uji Independensi Fase I.....	40
4.4.2 Uji Distribusi Normal Multivariat Fase I.....	40
4.4.3 Bagan Kendali MEWMV Fase I	42
4.4.4 Bagan Kendali MEWMS Fase I	44
4.5 Penerapan Bagan Kendali Variabilitas Multivariat pada Data Fase II	46
4.5.1 Uji Independensi Fase II.....	47
4.5.2 Uji Distribusi Normal Multivariat Fase II	47
4.5.3 Bagan Kendali MEWMV Fase II	48
4.5.4 Bagan Kendali MEWMS Fase II.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Grafik nilai ARL $\omega = 0.1$, $\rho = 0.5$ dan $\sigma^2 = 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2$, dan 3	34
Gambar 4.2 Grafik nilai ARL $\omega = 0.1$, $\rho = 0.5$ dan $\sigma^2 = 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2$, dan 3	35
Gambar 4.3 Grafik nilai ARL $\omega = 0.1$, $\rho = 0.9$ dan $\sigma^2 = 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2$ dan 3	36
Gambar 4.4 Grafik nilai ARL $\omega = 0.1, \rho = 0.1$ dan $\mu = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 2$ dan 3	37
Gambar 4.5 Grafik nilai ARL $\omega = 0.1, \rho = 0.5$ dan $\mu = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 2$ dan 3	38
Gambar 4.6 Grafik nilai ARL $\omega = 0.1, \rho = 0.9$ dan $\mu = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 2$ dan 3	39
Gambar 4.7 Scatter plot antara di^2 dan nilai Chisquare fase I	41
Gambar 4.8 Bagan Kendali MEWMV $\omega = 0.3 \lambda = 0.4$	44
Gambar 4.9 Bagan Kendali MEWMS $\omega = 0.4$	46
Gambar 4.10 Scatter plot antara di^2 dan nilai Chisquare fase II	48
Gambar 4.11 Bagan Kendali MEWMV Fase II $\omega = 0.3 \lambda = 0.4$	48
Gambar 4.12 Bagan Kendali MEWMS Fase II $\omega = 0.4$	49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel nilai ARL dari bagan kendali MEWMV untuk korelasi 0.1.....	30
Tabel 4.2 Tabel nilai ARL dari bagan kendali MEWMV untuk korelasi 0.5.....	30
Tabel 4.3 Tabel nilai ARL dari bagan kendali MEWMV untuk korelasi 0.9.....	31
Tabel 4.4 Tabel nilai ARL dari bagan kendali MEWMS untuk korelasi 0.1	32
Tabel 4.5 Tabel nilai ARL dari bagan kendali MEWMS untuk korelasi 0.5	32
Tabel 4.6 Tabel nilai ARL dari bagan kendali MEWMS untuk korelasi 0.9	33
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan untuk Masing-masing Nilai Pembobot MEWMV	43
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan untuk Masing-masing Nilai Pembobot MEWMS	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 . Data Proses Produksi Minyak Goreng Filma Bulan Desember	53
Lampiran 2. Data Proses Produksi Minyak Goreng Filma Bulan Januari Tahun.....	55
Lampiran 3. <i>Syntax</i> SAS untuk ARL Bagan Kendali MEWMV	58
Lampiran 4. <i>Syntax</i> SAS untuk ARL Bagan Kendali MEWMS	59
Lampiran 5. Uji Bartlett Fase I.....	60
Lampiran 6. Perbandingan jarak mahalanobis dengan nilai <i>chisquare</i> fase I	61
Lampiran 7. <i>Syntax</i> MATLAB Bagan Kendali MEWMV	62
Lampiran 8. Uji Bartlett Fase II.....	64
Lampiran 9. Perbandingan jarak mahalanobis dengan nilai <i>chisquare</i> fase II	65
Lampiran 10. Tabel Nilai L bagan kendali MEWMV dan MEWMS untuk $p=3$	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi saat ini, menyebabkan meningkatnya persaingan di berbagai bidang, salah satunya dalam bidang industri. Banyak perusahaan yang berusaha dalam meningkatkan kualitasnya agar dapat bersaing dengan perusahaan lainnya. Pada dasarnya kualitas produksi adalah faktor kunci dari keberhasilan pertumbuhan dan persaingan. Suatu perusahaan dikatakan berkualitas bila perusahaan tersebut mempunyai sistem produksi yang baik dengan proses terkendali. Melalui pengendalian kualitas (*quality control*) diharapkan bahwa perusahaan dapat meningkatkan efektifitas dan dapat mencegah terjadinya produk cacat (*defect prevention*), sehingga dapat menekan terjadinya pemborosan dari segi material maupun tenaga kerja yang akhirnya dapat meningkatkan produktivitas. Pengendalian kualitas statistik diperlukan karena produk yang dihasilkan bervariasi. Variasi atau variabilitas adalah ketidakseragaman hasil dari suatu produk. Perusahaan harus melakukan usaha untuk memastikan bahwa variasi atau variabilitas karakteristik mutu produk masih dalam batas-batas yang masih bisa ditoleransi maka dari itu diperlukan pengendalian variabilitas proses. Salah satu teknik yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses adalah menggunakan bagan kendali.

Menurut Montgomery (2009) bagan kendali menunjukkan keadaan tak terkendali apabila satu atau beberapa titik jatuh di luar batas pengendali atau apabila titik-titik dalam bagan menunjukkan pola yang tidak random. Bagan kendali merupakan salah satu teknik pengendalian proses statistika di dunia industri yang secara luas diterapkan sejak pertama kali dikenalkan oleh Dr. Walter E. Shewhart pada tahun 1924. Pertama kali dikenalkan, satu bagan kendali digunakan untuk memonitor satu karakteristik kualitas. Namun, seiring berkembangnya teknologi, suatu produk diamati dan diukur berdasarkan beberapa karakteristik kualitas yang saling berkorelasi. Menurut Mason dan Young (2002),

Bersimis, dkk. (2007), dan Montgomery (2009), jika dua atau lebih karakteristik kualitas yang saling berkorelasi dimonitor secara terpisah, maka menjadi tidak efisien dan akan memberikan kesimpulan yang tidak benar. Oleh karena itu, dikembangkan bagan kendali multivariat yang memonitor beberapa karakteristik kualitas secara simultan. Pada saat ini telah banyak dikembangkan bagan kendali multivariat. Diantaranya *multivariate exponentially weighted moving average* (MEWMA) yang diusulkan oleh Lowery, Woodall, Champ and Rigdon (1992).

Huwang, Yeh, dan Wu (2007) meneliti lebih lanjut kemampuan dua peta kendali yang dimodifikasi dari peta kendali MEWMA untuk mendeteksi perubahan dalam matriks kovarians, dan vektor rata-rata, yaitu Bagan kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* (MEWMV) dan Bagan kendali *Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation* (MEWMS). Bagan Kendali MEWMV dibangun untuk mendeteksi secara sensitif terjadinya perubahan variabilitas proses tanpa dipengaruhi oleh perubahan rata-rata proses. Sedangkan bagan kendali MEWMS dirancang untuk mendeteksi perubahan variabilitas proses sementara rata-rata proses tetap. Pada penelitian ini akan membandingkan kinerja dari bagan kendali MEWMV dan MEWMS berdasarkan nilai *Average Run Length* (ARL_1). Penerapan bagan kendali MEWMV dan MEWMS akan diaplikasikan pada data karakteristik kualitas produksi minyak goreng Filma di PT. Sinar Mas Agro *Resouces and Technology* Tbk yang merupakan data berdistribusi normal multivariat.

Beberapa penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini ialah Isnawati (2021) yang membandingkan pengendalian variabilitas proses pada bagan kendali MEWMV dan *Generalized Variance*, hasilnya bagan kendali MEWMV lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran varians. Gunaratne N.G.T. (2017) meneliti lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan bagan kendali MEWMV dan MEWMS dalam memantau variabilitas proses untuk banyak variabel kualitas. Eshelman C.E (2009) membandingkan sensitifitas dan ARL dari bagan kendali MEWMV dan MEWMS. Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam penelitian ini penulis akan membandingkan kinerja bagan kendali MEWMV dan MEWMS berdasarkan seberapa sensitif bagan kendali dalam mendeteksi perubahan varians, yang dituliskan dalam sebuah tugas akhir dengan judul

“Perbandingan Kinerja Bagan Kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* Dan *Multivariate Exponentially Weighted Mean Squared Deviation*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan kinerja dari bagan kendali MEWMV dan bagan kendali MEWMS?
2. Bagaimana menerapkan bagan kendali MEWMV dan bagan kendali MEWMS pada data data karakteristik kualitas produksi minyak goreng Filma?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini permasalahan dibatasi pada pengendalian variabilitas proses dengan memonitor variabilitas menggunakan bagan kendali MEWMS dan MEWMV. Selain itu juga difokuskan pada data berdistribusi normal multivariat $N(\mu, \Sigma)$.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil perbandingan kinerja dari kedua bagan kendali MEWMV dan bagan kendali MEWMS.
2. Menerapkan bagan kendali MEWMV dan bagan kendali MEWMS pada data data karakteristik kualitas produksi minyak goreng Filma.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang pengendalian kualitas statistik menggunakan bagan kendali MEWMV dan MEWMS. Serta dapat dijadikan masukan atau usulan kepada pihak perusahaan dalam menentukan strategi pengendalian kualitas di masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan kualitas produk .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik (*Statistical Quality Control*) memiliki pengertian sama dengan pengendalian proses statistik. Pengendalian proses statistik adalah kumpulan dari alat pemecahan masalah yang berguna dalam mencapai stabilitas proses dan meningkatkan kemampuan melalui pengurangan variabilitas. Tujuan utama dari pengendalian proses statistik adalah mendeteksi dengan cepat terjadinya penyebab khusus dari pergeseran proses, sehingga upaya pemeriksaan proses dan tindakan korektif dapat dilakukan untuk meminimalisir produk yang tidak sesuai (Montgomery, 2009). Terdapat tujuh alat dalam pengendalian proses antara lain.

1. lembar pemeriksaan (*check sheet*),
2. Histogram,
3. Bagan pareto (*pareto chart*),
4. Bagan fishbone (*cause-and-effect* bagan),
5. Stratifikasi (*stratification*),
6. Bagan pencar (*scatter bagan*) dan
7. Bagan kendali (*control chart*).

Dari tujuh alat pengendalian kualitas tersebut, bagan kendali atau bagan kendali merupakan alat yang sering digunakan dan yang banyak mengalami perkembangan. Bagan kendali adalah suatu alat yang secara grafis memberi gambaran tentang perilaku sebuah proses. Bagan kendali digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu proses dalam keadaan terkendali secara statistik atau tidak. Pada bagan kendali terdapat Garis Tengah (GT) yang merupakan nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan terkendali. Dua batas pada bagan kendali, Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) yang merupakan garis batas untuk suatu penyimpangan yang masih dapat ditoleransi.

Selama titik-titik terletak di dalam batas-batas kendali, proses dianggap dalam keadaan terkendali, dan tidak perlu tindakan apapun. Tetapi, satu titik yang

terletak di luar batas kendali diinterpretasikan sebagai fakta bahwa proses tak terkendali. Bagan kontrol dapat dikatakan lebih sensitif apabila mampu mendeteksi jumlah data *out of control* yang lebih banyak (Yulianti, 2017).

2.2 Matriks Varian Kovarian

Matriks varian kovarian data populasi dapat dituliskan sebagai berikut (Jonshon, 2007).

$$\mathbf{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}$$

dengan matriks varian kovarian untuk data sampel adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1p} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{p1} & S_{p2} & \cdots & S_{pp} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

dengan:

$$i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, p$$

$$\sigma_{jk} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_{ij} - \bar{X}_j)(X_{ik} - \bar{X}_k) \quad (2.2)$$

$$s_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)(X_{ik} - \bar{X}_k) \quad (2.3)$$

dengan :

σ_{jk} = kovarian populasi antara variabel ke-j untuk variabel ke-k

s_{jk} = kovarian sampel antara variabel ke-j untuk variabel ke-k

N = elemen populasi

n = banyak pengamatan

2.3 Uji Dependensi Variabel

Variabel $X_1, X_2, \dots, X_p$ dikatakan bersifat saling bebas atau independen jika matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas (Morrison, 1990). Uji independensi atau disebut juga dengan uji *Barlett* merupakan pengujian yang

digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel yang akan diteliti Hipotesis uji Bartlett dengan sebagai berikut:

$$H_0 : R = I \text{ (antar variabel tidak berkorelasi)}$$

$$H_1 : R \neq I \text{ (antar variabel berkorelasi)}$$

Statistik Uji :

$$\chi^2_{hitung} = - \left[n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}| \quad (2.4)$$

Keterangan :

n : banyaknya observasi

p : banyaknya karakteristik kualitas

$\mathbf{R}$: matrik korelasi antar karakteristik kualitas

Dengan menggunakan uji hipotesis tersebut, dependensi variabel diketahui jika nilai $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha, \frac{1}{2}p(p-1))}$, maka antar karakteristik kualitas saling dependen. Nilai $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha, \frac{1}{2}p(p-1))}$ merupakan nilai Distribusi *Chi-Square* dengan tingkat kepercayaan sebesar α dan derajat bebas $\frac{1}{2}p(p-1)$. Matrik korelasi $\mathbf{R}$ diberikan oleh (Walpole, 1995).

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

dimana :

$$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}$$

$$j = 1, 2, \dots, p$$

$$k = 1, 2, \dots, p$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

2.4 Uji Normalitas Multivariat

Menurut Johnson & Wichern (2007), Pengujian asumsi normal multivariat dapat dilakukan dengan menghitung ukuran jarak mahalanobis pada setiap pengamatan dan *Chi – Square*. Hipotesis yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

H_0 : Data berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data tidak berdistribusi normal multivariat

Adapun prosedur untuk melakukan pengujian normal multivariat dilakukan dengan membuat plot jarak Mahalanobis (d_i^2) dan distribusi

Chi – Square ($\chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$). Langkah-langkahnya:

1. Tentukan nilai vektor rata-rata : $\bar{X}$
2. Tentukan nilai matriks varians-kovarians : S
3. Menghitung jarak Mahalanobis dengan rumus

$$d_i^2 = (X_i - \bar{X})' S^{-1} (X_i - \bar{X}) \quad (2.5)$$

4. Setiap d_i^2 akan mengikuti sebaran *Chi – Square* ($\chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$) dengan $\chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$ adalah distribusi *Chi – Square* dengan p adalah banyaknya variabel prediktor.
5. Mengurutkan nilai d_i^2 dari nilai d_i^2 terkecil sampai d_i^2 terbesar. Plot Chi-Square akan memeriksa nilai d_i^2 mengikuti sebaran Chi-Square atau tidak dengan mengurutkan nilai d_i^2
6. Membuat plot antara ($d_i^2; \chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$).
7. H_0 diterima jika lebih dari 50% nilai $d_i^2 \leq \chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$, ini berarti data berdistribusi normal multivariat. Jika lebih kecil dari 50% maka H_0 ditolak.

2.5 Bagan Kendali Multivariate Exponentially Weighed Moving Average

Bagan kendali *Multivariate Exponentially Weighed Moving Average* (MEWMA) digunakan untuk mendeteksi pergeseran rata-rata proses yang kecil

pada data multivariat dengan sampel individual. Bagan kendali MEWMA bersifat *robust* terhadap distribusi normal, artinya apabila data yang diteliti tidak berdistribusi normal, maka bagan kendali MEWMA masih bisa dilakukan. Perkembangan bagan kendali MEWMA berdasarkan pada vektor observasi dengan rumus sebagai berikut (Montgomery, 2009).

$$\mathbf{Z}_i = \lambda \mathbf{X}_i + (1 - \lambda) \mathbf{Z}_{i-1} \quad (2.6)$$

$0 \leq \lambda \leq 1$ dengan $Z_0 = 0$. Data di plot pada bagan kendali adalah sebagai berikut:

$$T_i^2 = \mathbf{Z}_i' \boldsymbol{\Sigma}_{\mathbf{Z}_i}^{-1} \mathbf{Z}_i \quad (2.7)$$

Data dikatakan *out of control* apabila nilai T_i^2 lebih besar dari h_4 . Nilai h_4 merupakan batas kendali atas, didapatkan dari hasil simulasi yang disesuaikan dengan besarnya ARL hingga didapatkan nilai batas kendali atas yang konvergen. Matriks kovarian dari $\mathbf{Z}_i$ adalah :

$$\boldsymbol{\Sigma}_{\mathbf{Z}_i} = \frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \boldsymbol{\Sigma} \quad (2.8)$$

dengan :

$i = 1, 2, \dots, m$

m = Jumlah pengamatan

$\boldsymbol{\Sigma}$ = Matriks varian kovarian dari data

h_4 = Batas kontrol bagan kendali MEWMA

λ = Pembobot yang bernilai $0 \leq \lambda \leq 1$

2.6 Bagan Kendali *Multivariate Exponentially Weighed Moving Variance*

Menurut Huwang et al. (2007) bagan kendali *Multivariate Exponentially Weighed Moving Variance* (MEWMV) dibangun untuk mendeteksi secara sensitif terjadinya perubahan variabilitas proses tanpa dipengaruhi oleh perubahan rata-rata proses. Bagan Kendali MEWMV dibentuk dari persamaan umum berikut

$$\mathbf{V}_t = \omega(\mathbf{x}_t - \mathbf{y}_t)(\mathbf{x}_t - \mathbf{y}_t)' + (1 - \omega)\mathbf{V}_{t-1} \quad (2.9)$$

ω merupakan pembobot yang bernilai $0 < \omega < 1$ dan $\mathbf{V}_0 = (\mathbf{x}_1 - \mathbf{y}_1)(\mathbf{x}_1 - \mathbf{y}_1)'$. $\mathbf{y}_t$ merupakan persamaan Estimasi ntuk rata-rata proses pada waktu ke t dapat dilihat pada persamaan berikut (Lowry, Woodall, Champ, & Rigdon, 1992).

$$\mathbf{y}_t = \lambda \mathbf{x}_t + (1 - \lambda)\mathbf{y}_{t-1} \quad (2.10)$$

λ adalah pembobot yang berniai $0 < \lambda < 1$. dengan $\mathbf{y}_0 = 0$

Melalui Persamaan (2.9) dan (2.10) didapatkan Persamaan umum berikut ini.

$$\mathbf{V}_t = \left\{ \sum_{i=1}^t \omega(1 - \omega)^{t-i} (\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_i)(\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_i)' \right\} + (1 - \omega)^t \mathbf{V}_0 \quad (2.11)$$

$$\mathbf{y}_t = \sum_{j=1}^t \lambda(1 - \lambda)^{t-j} \mathbf{x}_j \quad (2.12)$$

Berdasarkan persamaan (2.11) didapatkan $\mathbf{V}_t = (\mathbf{X} - \mathbf{Y})' \mathbf{C} (\mathbf{X} - \mathbf{Y})$

$$\text{Dengan } \mathbf{X} = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_t \end{pmatrix} \mathbf{Y} = \begin{pmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_t \end{pmatrix} \mathbf{C} = \begin{pmatrix} (1 - \omega)^{t-1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & (1 - \omega)^{t-1} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \omega \end{pmatrix}$$

Selanjutnya dituliskan dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (\mathbf{X} - \mathbf{Y}) &= \begin{bmatrix} (\mathbf{x}_1 - \mathbf{y}_1)' \\ (\mathbf{x}_2 - \mathbf{y}_2)' \\ \vdots \\ (\mathbf{x}_t - \mathbf{y}_t)' \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1 - \lambda & 0 & 0 & 0 \\ -\lambda(1 - \lambda) & 1 - \lambda & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -\lambda(1 - \lambda)^{t-1} & \dots & -\lambda(1 - \lambda) & 1 - \lambda \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \mathbf{x}'_1 \\ \mathbf{x}'_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}'_t \end{bmatrix} \\ &= (\mathbf{I}_t - \mathbf{M})\mathbf{X} \end{aligned}$$

$\mathbf{I}_t$ merupakan matriks identitas berukuran $t \times t$ dan $\mathbf{M}$ adalah matriks segitiga bawah berukuran $t \times t$ dengan λ sebagai elemennya,

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & \dots & 0 \\ \lambda(1 - \lambda) & \lambda & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda(1 - \lambda)^{t-1} & \dots & \lambda(1 - \lambda) & \lambda \end{bmatrix}$$

Sebagai hasilnya,

$$\mathbf{V}_t = (\mathbf{X} - \mathbf{Y})' \mathbf{C} (\mathbf{X} - \mathbf{Y}) \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned}
&= \mathbf{X}'(\mathbf{I}_t - \mathbf{M})' \mathbf{C}(\mathbf{I}_t - \mathbf{M}) \mathbf{X} \\
&= \mathbf{X}' \mathbf{Q} \mathbf{X}
\end{aligned}$$

$\mathbf{Q}$ merupakan matriks bujur sangkar dengan ukuran $t \times t$

$$\begin{aligned}
\mathbf{Q} &= (\mathbf{I}_t - \mathbf{M})' \mathbf{C}(\mathbf{I}_t - \mathbf{M}) \\
&= \begin{bmatrix} q_{11} & \cdots & q_{1t} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{t1} & \cdots & q_{tt} \end{bmatrix} ; 1 \leq i, j \leq t
\end{aligned} \tag{2.14}$$

Sehingga dapat dicari nilai $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$ dengan persamaan berikut:

$$\text{tr}(\mathbf{V}_t) = \text{tr}(\mathbf{Q} \mathbf{X} \mathbf{X}') \tag{2.15}$$

sehingga dapat diketahui,

$$\text{tr}(\mathbf{V}_t) = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij} \left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right) \tag{2.16}$$

Batas dari bagan kendali berdasarkan $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$ diberikan oleh

$$\begin{aligned}
&E[\text{tr}(\mathbf{V}_t)] \pm L \sqrt{\text{Var}[\text{tr}(\mathbf{V}_t)]} \\
E[\text{tr}(\mathbf{V}_t)] &= \sum_{i=1}^t q_{ij} E \left(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2 \right) + \sum_{i=1}^t \sum_{j \neq i}^t q_{ij} E \left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right) \\
&= p \sum_{i=1}^t q_{ii} \\
&= p \cdot \text{tr}(\mathbf{Q}) \\
\text{Var}[\text{tr}(\mathbf{V}_t)] &= \text{Var} \left[\sum_{i=1}^t q_{ij} \sum_{k=1}^p x_{ik}^2 + 2 \sum_{i=1}^t \sum_{j < i}^t q_{ij} \sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right] \\
&= 2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2
\end{aligned}$$

Sehingga batas kendali bagan kendali MEWMS adalah

$$\text{BKA} = p \cdot \text{tr}(\mathbf{Q}) + L \sqrt{2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2} \tag{2.17}$$

$$\text{BKB} = p \cdot \text{tr}(\mathbf{Q}) - L \sqrt{2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2}$$

nilai L merupakan konstanta yang bergantung pada p (banyaknya karakteristik kualitas), nilai ω dan λ yang telah ditentukan sebelumnya.

2.7 Bagan kendali *Multivariate Exponentially Mean Squared deviation*

Menurut Huwang et al. (2007) bagan kendali *Multivariate Exponentially Mean Squared deviation* (MEWMS) digunakan untuk memonitor variabilitas proses dengan asumsi tidak terjadi perubahan rata-rata proses selama pengendalian berlangsung. Bagan Kendali MEWMS dibentuk dari persamaan berikut

$$\mathbf{S}_t = \omega \mathbf{x}_t \mathbf{x}_t' + (1 - \omega) \mathbf{S}_{t-1} \quad (2.18)$$

Berdasarkan persamaan (2.18) didapatkan persamaan umum berikut

$$\mathbf{S}_t = \sum_{i=2}^t c_i \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i' \quad (2.19)$$

dimana,

$$c_1 : (1 - \omega)^{t-1} \text{ dan } c_i = (1 - \omega)^{t-i}, i = 2, 3, \dots, t$$

$$\sum_{j=1}^t c_i = 1$$

Sehingga dapat dicari nilai $\text{tr}(\mathbf{S}_t)$ dengan persamaan berikut:

$$\text{tr}(\mathbf{S}_t) = \sum_{i=1}^t c_i \left(\sum_{j=1}^p x_{ij}^2 \right) \quad (2.20)$$

Batas dari bagan kendali berdasarkan $\text{tr}(\mathbf{S}_t)$ diberikan oleh

$$\begin{aligned} & E[\text{tr}(\mathbf{S}_t)] \pm L \sqrt{\text{Var}[\text{tr}(\mathbf{S}_t)]} \\ E[\text{tr}(\mathbf{S}_t)] &= \sum_{i=1}^t c_i E \left(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2 \right) \\ &= p \end{aligned}$$

$$Var[tr(\mathbf{S}_t)] = 2p \sum_{i=1}^t c_i^2$$

Dimana,

$$\sum_{i=1}^t c_i^2 = \frac{\omega}{2 - \omega} + \frac{2 - 2\omega}{2 - \omega} (1 - \omega)^{2(t-1)}$$

Oleh karena itu, batas dari bagan kendali dari bagan kendali MEWMS

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= p + L \sqrt{2p \sum_{i=1}^t c_i^2} \\ \text{BKB} &= p - L \sqrt{2p \sum_{i=1}^t c_i^2} \end{aligned} \quad (2.21)$$

nilai L merupakan konstanta yang bergantung pada p (banyaknya karakteristik kualitas) dan nilai ω yang telah ditentukan sebelumnya.

2.8 Average Run Length

Average Run Length (ARL) merupakan rata-rata pengamatan yang harus diplot pada bagan kontrol sebelum sampai terindikasi kondisi *out of control*. Berdasarkan definisi ini maka ARL berfungsi untuk mengukur efektifitas kinerja bagan kontrol dalam mendeteksi perubahan pada suatu proses. Penentuan ARL dapat dilakukan dengan 3 pendekatan, yaitu integral, simulasi dan Rantai Markov (Wen Lu dan Reynolds, 2001). Nilai ARL terbagi menjadi 2 yaitu ARL_0 (ARL *in control*) dan ARL_1 (ARL *out of control*) dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ARL_0 &= \frac{1}{P(\text{Tolak } H_0 | H_0 \text{ benar})} = \frac{1}{\alpha} \\ ARL_1 &= \frac{1}{P(\text{Tolak } H_0 | H_0 \text{ benar})} = \frac{1}{1 - \beta} \end{aligned} \quad (2.20)$$

dengan H_0 merupakan proses dalam kondisi *in control*. Sehingga α disebut tipe kesalahan I pada uji hipotesis, yang berarti probabilitas memutuskan bahwa proses dalam kondisi *out of control* namun kenyataannya proses dalam kondisi *in*

control. Sedangkan β adalah tipe kesalahan II pada uji hipotesis, yang berarti probabilitas memutuskan bahwa proses dalam kondisi *in control* namun pada kenyataannya proses dalam kondisi *out of control*, sehingga $1 - \beta$ adalah probabilitas yang memutuskan bahwa proses dalam kondisi *out of control* sebagai proses yang *out of control*. Maka ARL_0 dapat diartikan sebagai rata-rata titik pengamatan yang harus diplot sampai ditemukannya pengamatan yang *out of control*, pada saat proses berada pada kondisi *in control*. Sedangkan ARL_1 dapat diartikan sebagai rata-rata titik pengamatan yang diplot sampai ditemukannya pengamatan yang *out of control* pada proses dalam kondisi *out of control*. Nilai ARL yang diperoleh dengan pendekatan hasil simulasi yang didefinisikan sebagai nilai rata-rata *Run Length* (RL) dari semua replikasi dalam simulasi. RL merupakan jumlah titik pengamatan hingga ditemukannya *out of control* yang pertama untuk masing-masing replikasi. Sehingga jika nilai ARL yang dihasilkan semakin kecil, maka sampel yang dibutuhkan untuk memberikan sinyal perubahan proses pun semakin kecil atau dengan kata lain semakin kecil nilai ARL maka semakin cepat pula bagan bagan kontrol dapat mendeteksi perubahan proses, sehingga bagan kontrol tersebut semakin efektif untuk mendeteksi perubahan proses (Delsen, 2016)

2.9 Proses Pembuatan Minyak Goreng di PT. SMART Tbk

PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology atau yang biasa dikenal dengan PT.SMART Tbk adalah salah satu perusahaan berbasis kelapa sawit yang terintegrasi dan terkemuka di Indonesia. Aktivitas utama perusahaan ini adalah penanaman dan pemanenan pohon kelapa sawit, pengolahan 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*) hingga menjadi produk bernilai tambah seperti minyak goreng, margarin, dan shortening. proses pembuatan CPO hingga menjadi minyak goreng Filma. Berikut proses pembuatan minyak goreng :

1. Proses degumming, bertujuan untuk menghilangkan getah (gum), warna, logam-logam misalnya Fe, Cu, dengan penambahan bahan kimia seperti asam fosfat (H_3PO_4). Gum-gum harus diikat dari CPO agar rasa getir yang tidak disukai oleh konsumen pada olein dapat diperkecil dan dihilangkan.
2. Tahap bleaching dimulai dengan pengumpulan gum-gum pada CPO dengan penambahan asam fosfat pekat serta *bleaching earth* sebagai penyerapnya. CPO yang sudah mengalami proses degumming dari paddle mixertank dialirkan ke tangki bleacher.
3. 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 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. 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.