TUGAS AKHIR – SS090302

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI PUPUK ZK DI PT.Petrokimia Gresik

TRY SUTRISNO
NRP 1311 030 033

Dosen Pembimbing
Drs.Haryono, MSIE

PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014

FINAL PROJECT – SS090302

ANALYSIS OF FERTILIZER PRODUCTION PROCESS CAPABILITIES AT PT.Petrokimia Gresik

TRY SUTRISNO
NRP 1311 030 033

Supervisor
Drs.Haryono, MSIE

DIPLOMA III DEPARTMENT OF STATISTICS
DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2014

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI PUPUK ZK DI PT.PETROKIMIA GRESIK TBK,

TUGAS AKHIR
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi Diploma III Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :
TRY SUTRISNO
NRP. 1311 030 033

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
( )
Drs.Haryono, MSIE
NIP. 19520919 197901 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2014

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI PUPUK JENIS ZK DI PT. PETROKIMIA GRESIK TBK.

Nama : Try Sutrisno
NRP : 1311030033
Jurusan : Diploma III Statistika ITS
Pembimbing : Drs. Haryono, MSIE

ABSTRAK

Pupuk merupakan bahan/material atau unsur hara yang ditambahkan ke dalam tanah dan tumbuhan, baik berupa pupuk organik maupun pupuk anorganik dengan tujuan untuk memenuhi atau melengkapi keadaan unsur hara dalam tanah yang tidak cukup tersedia untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Oleh karena itu, dalam membuat pupuk yang berkualitas diperlukan banyak teknik dan praktik mengenai jaminan kualitas, agar produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Salah satu cara untuk mengontrol kualitas produk adalah melakukan pengendalian kualitas dan menjaga kapabilitas prosesnya. PT.Petrokimia Gresik merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan pupuk, salah satu produk yang dihasilkan adalah pupuk jenis ZK. Pupuk tersebut memiliki lima karakteristik kualitas yaitu H_2O (Kadar Air), K_2O (Kalium), SO_3 (Sulfur), H_2SO_4, dan CL^-. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas pupuk jenis ZK dalam keadaan terkendali atau tidak dan seberapa besar kapabilitas prosesnya. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa proses produksi filter super slim jenis mono sudah terkendali dalam rata-rata dan varian. Hasil kapabilitas proses perbulannya untuk bulan Oktober 2013 sebesar 1,94164, November 2013 0,785709, dan Desember sebesar 1,07765 yang artinya proses produksi berjalan dengan baik dan sebaran data berada didalam batas spesifikasi perusahaan, kecuali pada Bulan November perlu di adakan perbaikan agar proses produksi berjalan dengan baik pada bulan tersebut dan bulan-bulan selanjutnya.

Kata Kunci : *Pupuk jenis ZK, pengendalian kualitas,kapabilitas proses.*

ANALYSIS OF FERTILIZER PRODUCTION PROCESS CAPABILITIES AT PT.PETROKIMIA GRESIK TBK.

Name : Try Sutrisno
NRP : 1311 030 033
Department : Diploma III Statistika ITS
Supervisor : Drs.Haryono, MSIE

ABSTRACT

Fertilizer is a substance / material or nutrients added to the soil and plants, either in the form of organic fertilizers and inorganic fertilizers with the aim to fulfill or supplement the state of nutrients in the soil that are not reasonably available to meet the needs of the plant. Therefore, in making a quality fertilizer needed a lot of techniques and practices regarding quality assurance, so that the products conform to the specifications expected. One way to control the quality of products is to maintain quality control and process capability. PT.Petrokimia Gresik is a company engaged in the manufacture of fertilizer, one of the resulting product is a fertilizer type ZK. The fertilizer has five quality characteristics, namely H2O (Water Content), K2O (potassium), SO3 (sulfur), H2SO4, and CL-. This study aims to determine the quality of the fertilizer type ZK under controlled conditions or not and how much capability the process. Based on the analysis conducted, it is known that a super-slim mono type production process is under control in mean and variance. The result of process capability per month for the month of October 2013 was 1.94164, 0.785709 November 2013, and December at 1.07765 which means that the production process runs well and distribution of the data are within the specification limits the company, except in November needs some improvements to production process goes well for the month and the following months.

Keywords*: Fertilizer type ZK, quality control, process capability.*

KATA PENGANTAR

Hanya kepada kehadirat Allah SWT semata, Dzat yang harus disembah dan diminta pertolongan, puji syukur dipanjatkan atas terselesaikannya Tugas Akhir ini, dengan judul:

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI PUPUK JENIS ZK DI PT.PETROKIMIA GRESIK TBK.

Tujuan dari penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah agar mahasiswa dapat mengetahui secara langsung penerapan dari
disiplin ilmu yang dipelajari serta membuka wawasan mahasiswa untuk dapat lebih mengembangkan apa yang diperoleh dibangku kuliah yang nantinya dapat memberikan kontribusi pemikiran tentang aplikasi statsitika pada lembaga/masyarakat bersangkutan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pembuatan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, bimbingan, petunjuk-petunjuk dan juga saran dari berbagai pihak. Dalam pembuatan Tugas Akhir ini dengan segala kerendahan hati, disampaikan ucapan terima kasih pada pihak-pihak yang telah membantu antara lain:

1. Bpk. Drs.Haryono, MSIE. selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk membimbing hingga selesainya Tugas Akhir ini.
2. Bpk. Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS.
3. Ibu Dra.Sri mumpuni Retnaningsih, MT selaku kepala Program Studi Diploma tiga Jurusan Statistika ITS.
4. Bpk. Dr.Brodjol Sutijo Suprih Ulama. selaku dosen wali sekaligus bapak kedua yang senantiasa membimbing dan menjadi tempat mencurahkan segala keluh kesah selama kuliah.

Seluruh staf dosen dan karyawan di Jurusan Statistika ITS yang telah membantu selama ini.

5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, khususnya yang berada pada departemen Quality Control yang telah memberikan kepercayaannya untuk melaksanakan Tugas Akhir di PT. Petrokimia Gresik.
6. Ayah, ibu, dan keluarga yang senantiasa memberikan kepercayaan, kasih sayang dan doa.

Semoga dukungan serta doa yang diberikan kepada penulis mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis sadar akan ketdaksempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis bersedia menerima kritik dan saran yang bersifat membangun.

Surabaya,

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I. PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Statistika Deskriptif 5
2.2 Distribusi Normal Multivariat 5
2.3 Uji Barlett 7
2.4 Pengendalian Kualitas Statistika 7
2.4.1 Peta Kendali T^2 *Hotteling* 8
2.4.2 Peta Kendali *Generalized Variance* 9
2.5 Diagram Sebab akibat 11
2.6 Kapabilitas Proses 12
2.7 Proses Produksi Pupuk Jenis ZK 13

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Sumber Data 15
3.2 Variabel Penelitian 15
3.3 Pengambilan Sampel 16
3.4 Langkah Analisis 17
3.5 Langkah Penelitian 18

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN
4.1 Statistika Deskriptif 19
4.2 Uji Distribusi Multivariat Normal 20
4.3 Pengujian Korelasi 22
4.4 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase I 23
4.5 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase I 24
4.6 Diagram Sebab Akibat 28
4.7 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II 29
4.8 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase II 30
4.4 Analisis Kapabilitas Proses 31

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 33
5.2Saran 33
Daftar Pustaka 34
Lampiran 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat 11
Gambar 2.2 Peta Aliran Proses Produksi Pupuk ZK 13
Gambar 3.1 Diagram Alur Proses penelitian 18
Gambar 4.1 Peta Kendali *GV* Fase I 23
Gambar 4.2 Peta Kendali *GV* Fase I 24
Gambar 4.3 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase I 25
Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase I 26
Gambar 4.5 Peta Kendali *GV* Fase I 27
Gambar 4.6 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase I 27
Gambar 4.7 Diagram Sebab Akibat 28
Gambar 4.8 Peta Kendali *GV* Fase II 29
Gambar 4.9 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase II 30

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ketentuan Standar Perusahaan 16
Tabel 3.2 Struktur Data Pada Produk pupuk ZK..... 16
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Kualitas..... 20
Tabel 4.2 Hasil Distribusi Multivariat Normal..... 21
Tabel 4.3 Pengujian Korelasi 22

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri diera globalisasi ini sangat pesat. Hal ini dapat diketahui dari persaingan antar perusahaan yang semakin meningkat dan lebih ketat. Bukan hanya perusahaan bersekala besar dan internasional,bahkan perusahaan kecil pun juga mengalami persaingan global. Keadaan inilah yang menuntut para pengusaha harus mampu memepertahankan usaha yang digelutinya bahkan bisa memajukan usahanya di era globalisasi ini.

Produksi didalam suatu perusahaan merupakan kegiatan yang cukup penting. Dikarenakan apabila kegiatan produksi disuatu perusahaan terhenti maka kegiatan di dalam perusahaan tersebut akan terhenti pula. Oleh sebab itu maka perusahaan dituntut untuk dapat beroperasi secara efektif dan efisien dalam mengalokasikan sumber daya yang dimilikinya dan aktivitas di dalamnya sesuai dengan yang diharapkan oleh perusahaan tersebut, Agar dapat menghasilkan produk yang berkualitas maka perusahaan melakukan berbagai macam usaha salah satunya dengan melakukan pengawasan disetiap proses produksinya. Perencanaan dan pengawasan proses produksi adalah penentuan dan penetapan kegiatan-kegiatan produksi yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan perusahaan tersebut dan mengawasi kegiatan pelaksanaan dari proses dan hasil produksi agar apa yang telah direncanakan dapat terlaksana dantujuan diharapkan dapat tercapai.

Dari input yang berupa bahan baku dan bahan pembantu lainya, kemudian proses produksi dan yang tidak kalah penting adalah pengawasan di bidang output

yang berupa hasil produksi. Hal ini sangat membantu perusahaan dalam mengetahui manakah produk yang memenuhi standart yang ditetapkan perusahaan dan produk yang rusak atau cacat, sehingga dapat mendapat kepercayaan dari konsumen dan dapat meminimumkan kerusakan serta mendapatkan laba.

Perusahaan yang berusaha memenuhi tuntutan konsumen akan melakukan pengendalian kualitas untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan perusahaan. Dengan pengendalian kualitas produk yang intensif maka hal tersebut dapat meningkatkan mutu suatu produk yang baik, sehingga akan menciptakan kepuasan konsumen.

Dengan demikian fungsi pengendalian kualitas memegang peranan yang sangat penting bagi perusahaan dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas produk agar sesuai dengan yang telah direncanakan, karena kualitas suatu produk adalah suatu factor yang menentukan pesat dan tidaknya suatu perkembangan perusahaan yang menerapkan pengendalian kualitas.

PT. Petrokimia Gresik merupakan perusahaan milik negara dan produsen pupuk terlengkap di Indonesia yang memproduksi berbagai macam pupuk, seperti: Urea, ZA, SP-36, NPK, Phonska, DAP, NPK Kebomas, ZK dan pupuk organik yaitu Petroganik. Keberadaan PT Petrokimia Gresik adalah untuk mendukung program pemerintah meningkatkan produksi pertanian nasional. Produk-produk PT. Petrokimia Gresik sudah sangat dikenal,maka sudah sewajarnya jika kualitas mendapatkan perhatian utama. Oleh karena itu, kontrol kualitas produksi dengan menggunakan pengendalian kualitas statistik sangat diperlukan untuk tetap menjaga kualitas produk dan reputasi perusahaan yang telah dipercaya banyak konsumen. Proses pemeriksaan terjadi pada tahap

akhir dari proses produksi yaitu setelah proses coating. Objek penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah hasil produksi pupuk ZK di PT. Petrokimia Gresik pada Bulan Oktober-Desember 2013. Karakteristik kualitas yang diperiksa antara lain komposisi kandungan H_2O,K_2O,SO_3,FA,CL^-. Metode yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah diagram kontrol T^2*Hotteling, generalized variance,* dan kapabilitas proses.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang timbul dan ingin diselesaikan adalah bagaimana kapabilitas proses produksi pupuk jenis ZK di PT.Petrokimia Gresik.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kapabilitas proses produksi pupuk jenis ZK di PT.Petrokimia Gresik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian Tugas Akhir di bidang pengendalian kualitas produksi pupuk ZK ini diharapkan mempunyai manfaat sebagai bahan masukan bagi pihak PT. Petrokimia Gresik tentang penerapan ilmu statistika dalam pengendalian kualitas dan memberikan informasi dalam rangka pelaksanaan program peningkatan kualitas apabila terjadi ketidaksesuaian berdasarkan peta kendali.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dijadikan sebagai acuan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian difokuskan pada proses produksi pupuk ZK di PT. Petrokimia Gresik pada Bulan Oktober sampai dengan Desember 2013
2. Data yang digunakan adalah data sekunder hasil pengukuran variabel kualitas proses produksi pupuk ZK Bulan Oktober sampai dengan Desember 2013

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah ulasan yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu data sehingga memberikan informasi yang berguna. Ada dua macam pengukuran dalam statistika deskriptif yaitu ukuran pemusatan dan ukuran penyebaran. Dalam statistika deskriptif yang termasuk dalam ukuran pemusatan adalah mean dan median. Mean atau sering disebut rata-rata merupakan nilai yang mewakili seluruh data. Median merupakan nilai pengamatan atau data yang terletak ditengah-tengah data jika data diurutkan dari terkecil ke terbesar atau sebaliknya. Sedangkan yang termasuk ukuran penyebaran adalah varian dan range. Varian adalah jumlah kuadrat dari selisih nilai data pengamatan dengan rata-rata dibagi banyak pengamatan. Range adalah selisih nilai maksimum dengan nilai minimum. Di dalam statistika deskriptif terdapat nilai mean, varian, nilai maksimum dan minimum yang dapat dijadikan sumber informasi untuk mengetahui karakteristik data (Walpole, 1995).

2.2 Distribusi Normal Multivariat

Pengujian distribusi normal multivariat data dilakukan untuk memperkuat dugaan bahwa data sudah berdistribusi normal multivariat dan sebagai asumsi dasar yang harus dipenuhi dalam analisis rata-rata antar sampel, analisis peta kendali multivariat dan analisis kemampuan proses multivariat (Johnson & Wichern, 2002). Untuk mempermudah pemeriksaan apakah suatu data mengikuti distribusi normal, dilakukanlah pengujian distribusi multinormal dengan menggunakan plot χ^2 Pemeriksaan

asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0: Data mengikuti sebaran distribusi normal multivariat
H_1: Data tidak mengikuti sebaran distribusi normal multivariat

Pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan dengan melihat nilai d_i^2 sebagai berikut.

$$d_i^2 = (\mathbf{X}_{ij} - \overline{\mathbf{X}}_j)^T S^{-1} (\mathbf{X}_{ij} - \overline{\mathbf{X}}_j) \qquad (2.1)$$

Dimana :

d_i^2 = nilai statistik uji pada pengamatan ke-*i*
x_{ij} = vektor objek pengamatan ke-*i* pada variabel ke-*j*
x_j= vektor rata-ratapada variabel ke-*j*
S^{-1} = matriks varian kovarian S_{pxp}

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian normal multivariat adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai d_i^2 dengan perhitungan pada persamaan (2.1),
2. Mengurutkan nilai d_i^2 dari nilai d_i^2 yang terkecil sampai nilai d_i^2 yang terbesar,
3. Mencari nilai $X^2_{(p;(j-0,5)/n)} = q_j$ yang diperoleh dari tabel *Chi-square*,
4. Membuat scatter plot antara pasangan (d_i^2 ,q_j).
5. Data berdistribusi normal multivariat jika paling sedikit 50% nilai $d_i^2 \leq \chi_p^2$ (0,5) dari tabel χ^2 (Johnson dan Wichern, 2002).

2.3 Uji Barlett

Pengujian *Bartlett* digunakan untuk mengetahui apakah ada korelasi antar variabel pada kasus multivariat. Jika variabelnya saling bebas (*independent*) maka matriks korelasi antar variabel sama dengan matriks identitas. Berikut merupakan pengujian Bartllett *sphericity* :

Hipotesis :

H_0 : $\rho = I$ (tidak ada korelasi antar variabel)

H_1 : $\rho \neq I$ (ada korelasi antar variabel)

Statistik uji :

$$\chi^2_{hitung} = -\left\{n - g - \frac{2p+5}{6}\right\} \ln |\mathbf{R}| \qquad (2.2)$$

Dimana nilai n adalah jumlah observasi, dengan *p* sebagai jumlah variabel dan **R** adalah matrik korelasi dari masing-masing variabel respon. Suatu data dikatakan memiliki korelasi pada kasus multivariat jika di dapatkan keputusan Tolak H_0 jika nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha,\frac{1}{2}p(p-1)}$

2.4 Pengendalian Kualitas Statistika

Kualitas merupakan faktor dasar keputusan konsumen dalam pemilihan produk dan jasa. Montgomery (2005) menjelaskan bahwa pengendalian kualitas statistika didefinisikan sebagai aktifitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktifitas itu diukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya

dengan yang standar. Metode statistik mempunyai peran yang penting dalam jaminan kualitas. Salah satu metode statistik yang dapat diterapkan dalam pengendalian kualitas adalah peta kendali. Dalam pengendalian kualitas statistika tidak cukup dengan hanya melakukan pemeriksaan terhadap produk akhir, produk harus dibuat secara benar sejak awal.

2.4.1 Peta Kendali T^2 *Hotteling*

Pengendalian kualitas statistik dengan Peta kendali T^2 *Hotteling* digunakan jika memiliki dua atau lebih karakteristik kualitas yang saling berhubungan. Peta kendali T^2 *Hotteling* biasanya banyak digunakan pada industri-industri manufaktur untuk mengendalikan kualitas suatu produk. Peta kendali T^2 *Hotteling* individu digunakan jika terdapat satu pengamatan (Montgomery,2009).

Statistik uji yang digambarkan pada grafik pengendali T^2*Hotelling* untuk data individu adalah sebagai berikut.

$$T_i^2 = (\mathbf{X}_i - \overline{\mathbf{X}}_j)^T S^{-1} (\mathbf{X}_i - \overline{\mathbf{X}}_j) \qquad (2.3)$$

Dimana :

X_i = sampel vektor pengamatan ke-*i*

$\overline{X}_j$ = rata-rata tiap variabel kualitas ke-j

S^{-1} = matrik varian kovarian

Batas kendali untuk fase I dan fase II peta kendali T^2*Hotelling* dengan pengamatan individu adalah sebagai berikut.

Fase I :

$$BKA = \frac{(m-1)^2}{m}\beta_{\alpha,p/2,(m-p-1)/2} \quad (2.4)$$

$$BKB = 0 \quad (2.5)$$

Fase II :

$$BKA = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp}F_{\alpha,p,m-p} \quad (2.6)$$

$$BKB = 0 \quad (2.7)$$

Dimana,
BKA = Batas Kendali Atas
BKB = Batas Kendali Bawah
p = Banyaknya karakteristik kualitas (j= 1,2,...,p)
m = jumlah sampel (i=1,2,...,m)
Dengan $F_{\alpha,p,m-p}$ menyatakan nilai yang diperoleh dari tabel F dengan α sebagai taraf siginfikansi, m menyatakan jumlah sampel dan p menyatakan banyaknya karakteristik. Suatu proses dikatakan tidak terkendali jika terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali.

2.4.2 Peta Kendali *Generalized Variance*

Pemantauan terhadap variasi proses juga sama pentingnya dengan pemantauan rata-rata proses. Peta kendali ini digunakan untuk mengendalikan variasi proses. Variasi proses dinyatakan sebagai matriks kovarian yang berukuran p x p. diagonal utama dari matriks ini adalah varian dari variabel proses secara individual, dan diagonal yang lain adalah kovarian. Untuk memantau variasi proses digunakan dua prosedur. Dalam penelitian kali ini prosedur yang digunakan adalah pemantauan yang berbasis dengan *sample generalized*

variance atau dapat ditulis dengan $|S|$ (Montgomery, 2005). Penghitungan ini, dengan determinan dari sampel matrik kovarian, biasanya digunakan untuk mengukur dispersi multivariat.

Metode ini menggunakan *mean* dan *varian* dari $|S|$, dimana *mean*-nya $E(|S|)$ adalah sedangkan *varian*-nya adalah $V(|S|)$, dan mempunyai interval $E(|S|) \pm 3\sqrt{V(|S|)}$.

Dimana:

$$E(|S|) = b_1|\Sigma| \tag{2.8}$$

$$V(|S|) = b_2|\Sigma|^2 \tag{2.9}$$

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p}\prod_{k=1}^{p}(n-k) \tag{2.10}$$

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}}\prod_{k=1}^{p}(n-k)\left[\prod_{j=1}^{n}(n-j+2) - \prod_{j=1}^{n}(n-j)\right] \tag{2.11}$$

Sehingga batas kendali atas (BKA), garis tengah (GT), dan batas kendali bawah (BKB) untuk peta kendali dapat ditulis sebagai berikut:

$$BKA = |\Sigma|\left(b_1 + 3\sqrt{b_2}\right) \tag{2.12}$$

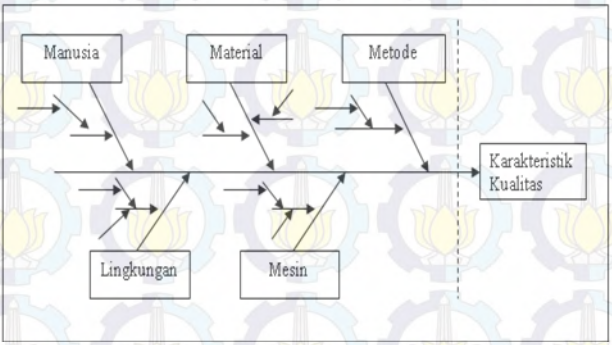
$$GT = b_1|\Sigma| \tag{2.13}$$

$$BKB = |\Sigma|\left(b_1 - 3\sqrt{b_2}\right) \tag{2.14}$$

Jika nilai BKB yang didapat kurang dari nol, maka bisa dianggap bernilai nol. Biasanya ditaksir oleh matrik varian kovarian sampel S berdasarkan analisis sampel pendahuluan. Sehingga nilai $|\Sigma|$ pada persamaan diatas diganti dengan $|S|/b_1$ yang merupakan penaksir tak bias untuk $|\Sigma|$ (Montgomery, 2005).

2.5 Diagram Sebab Akibat

`Diagram ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antara sebab dan akibat dari suatu kegiatan. Dengan diagram Ishikawa dapat menjabarkan banyak sekali semua penyebab, mulai dari penyebab yang paling dekat dengan akibat (masalah), sampai penyebab yang tidak dekat dengan akibat (masalah). Diagram Ishikawa biasa juga disebut sebagai diagram Tulang Ikan (*Fish Bone Chart*) karena melihat bentuk dari anak panah yang menyerupai tulang ikan.Untuk memudahkan dalam menginventarisasi semua penyebab yang berpengaruh terhadap akibat (masalah) dengan menggunakan diagram Ishikawa harus mempertimbangkan faktor sebagai berikut : *Machines* (Mesin), *Materials* (Material), *Methods* (Cara), *Manpower* (orang) dan *Environtment* (Lingkungan).



Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat

Langkah-langkah pembuatan diagram sebab akibat yaitu (Montgomery, 2005) :

1. Tentukan masalah/sesuatu yang akan diamati atau diperbaiki. Gambarkanpanah dengan kotak diujung

kanannya dan tulis masalah/sesuatu yang akandiamati/diperbaiki.

2. Cari faktor utama yang berpengaruh atau mempunyai akibat padamasalah/sesuatu tersebut. Tuliskan dalam kotak yang telah dibuat diatas dandibawah panah yang telah dibuat tadi.
3. Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci (faktor-faktor sekunder)yang berpengaruh/mempunyai akibat pada faktor utama tersebut. Tulislahfaktor-faktor sekunder tersebut didekat atau pada panah yang menghubungkannyadengan penyebab utama.
4. Dari diagram yang sudah lengkap, carilah penyebab-penyebab utama denganmenganalisa data yang ada.

2.6 Kapabilitas Proses

Suatu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis variabilitas terhadap spesifikasi suatu variabilitas(Montgomery, 2009). Suatu proses dikatakan bekerja dalam kondisi kapabel apabila proses produksi dalam keadaan terkendali, memenuhi bataspesifikasi dan mempunyai akurasi dan presisi yang tinggi. Untik menentukan indeks kemampuan proses multivariat diperlukan syarat bahwa peta kendali harus dalam kondisi terkendali dan asumsi multivariat normal terpenuhi,sehingga indeks nilai kapabilitas proses multivariat dapat ditulis sebagai berikut(Kotz,1993).

$$Cp = \frac{K}{\chi^2_{\alpha,df}} \left(\frac{(v-1)p}{S} \right)^{\frac{1}{2}} \qquad (2.11)$$

Dimana v adalah jumlah pengamatan yang sudah terkendali , p adalah jumlah karakteristik kualitas,

$$S = \sum_{i=1}^{m} (\mathbf{X}_i - \overline{\mathbf{X}})^T A^{-1} (\mathbf{X}_i - \overline{\mathbf{X}})$$

A^{-1} = invers matriks X′X

$$K^2 = (\overline{X} - \xi)^T V_0^{-1} (\overline{X} - \xi)$$

V_0^{-1} = invers matrik varian kovarian

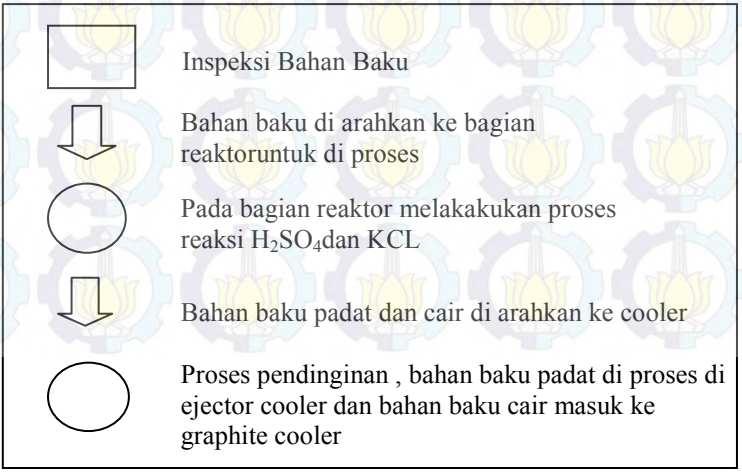
$$\xi = \frac{1}{2}(BSA + BSB)$$

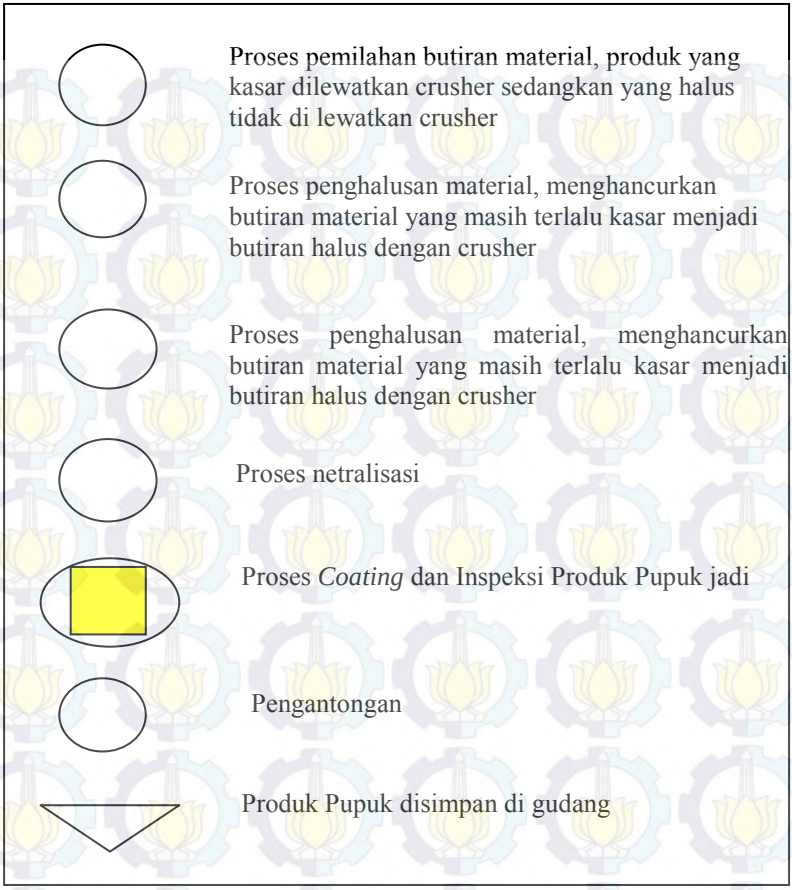
$\chi^2_{\alpha,df}$ merupakan nilai *Chi-Square* dengan α adalah tingkat signifikansi yang besarnya 0,0027 dan df adalah derajat bebas yang besarnya sama dengan jumlah karakteristik kualitas (p).

Suatu proses dikatakan kapabel jika nilai Cp > 1,artinya tingkat akurasi dan presisi tinggi,maka data pengamatan berada dalam batas spesifikasi.

2.7 Proses Produksi Pupuk ZK

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi pupuk ZK terbagi menjadi 2 jenis yaitu bahan baku cair dan bahan baku padat. Bahan baku padat terdiri atas KCL,Sedangkan bahan baku cair terdiri ata sH_2SO_4. Zat zat lainnya yaitu K_2O, SO_3. Tahapan proses produksi pupuk ZK secara lebih rinci digambarkan pada diagram berikut.





Gambar 2.2 Peta aliran Proses Produksi Pupuk ZK

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada Penelitian Tugas Akhir ini adalah data sekunder, dimana data yang diambil adalah karakteristik kualitas produk pupuk ZK Bulan Oktober sampai dengan Bulan Desember 2013. Data yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada lampiran A.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang dijadikan karakteristik kualitas produk pupuk ZK di PT. Petrokimia Gresik ada 5 variabel, yaitu :

1. Komposisi kandungan H_2O diukur dengan satuan persen (%). Nilai kadar H_2O yang terkandung dalam pupuk ZK telah ditetapkan nilai spesifikasinya oleh perusahaan, yakni dengan kadar maksimal0,5%.
2. Komposisi kandungan (K_2O) diukur dengan satuan persen (%). Nilai kadar K_2O yang terkandung dalam pupuk ZK telah ditetapkan nilai spesifikasinya oleh perusahaan, yakni dengan kadar minimal50%.
3. Komposisi kandungan (SO_3) diukur dengan satuan persen (%). Nilai kadar SO_3 yang terkandung dalam pupuk ZK telah ditetapkan nilai spesifikasinya oleh perusahaan, yakni dengan kadar minimal 42,5%.
4. Komposisi kandungan FA diukur dengan satuan persen (%). Nilai kadar FAyang terkandung dalam pupuk ZK telah ditetapkan nilai spesifikasinya oleh perusahaan, yakni dengan kadar maksimal 2,5%.
5. CL^-maksimal diukur dengan satuan persen (%). Nilai kadar CL^- maksimal yang terkandung dalam pupuk ZK telah ditetapkan nilai spesifikasinya oleh perusahaan, yakni dengan kadar maksimal 1,5%.

Tabel 3.1 Ketentuan Standar Perusahaan

Variabel	Satuan	BSA	BSB
H_2O	%	0,5	0,1
K_2O	%	51	50
SO_3	%	43,5	42,5
FA sbg H_2SO_4	%	2,5	1,0
CL^-	%	1,5	1,0

3.3 Pengambilan Sampel

Untuk melihat kualitas produk setiap kali setelah proses *coating* diambil sampel sebanyak 1 kg yang selanjutnya diuji di laboratorium menggunakan alat DCS (*Distribution Control System*) apakah produk pupuk j enis ZK tersebut s udah memenuhi standar kimia. Struktur data pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian dengan Subgroup n=1

pengamatan pada hari ke-	Variabel (j)					
(i)	X_1	X_2	...	X_j	...	X_p
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2p}
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
i	X_{i1}	X_{i2}	...	X_{ij}	...	X_{ip}
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mj}	...	X_{mp}
Rata-rata tiap variabel kualitas	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	...	$\overline{X_j}$	...	$\overline{X_p}$
Varians tiap variabel kualitas	S_1^2	S_2^2	...	S_j^2	...	S_p^2

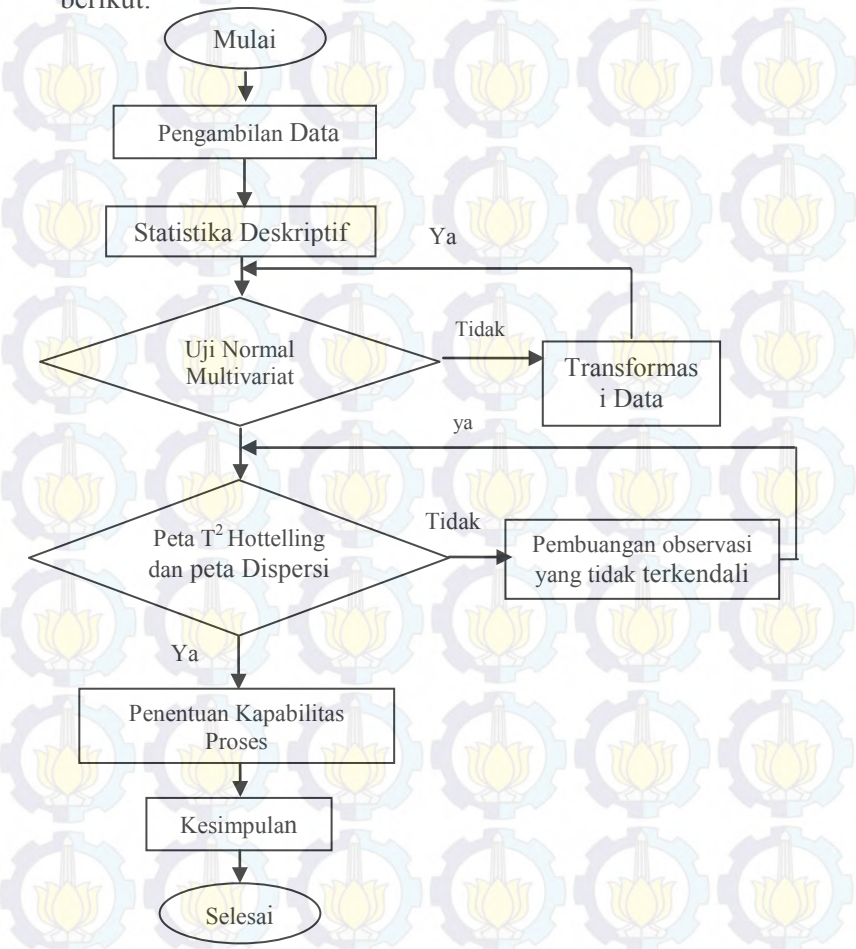
3.4 Langkah Analisis

Tahap dan langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rangkuman secara deskriptif
2. Menguji korelasi per bulan
3. Melakukan uji Distribusi Multivariat Normal
4. Mengetahui kualitas pupuk ZK dalam keadaan terkendali atau tidak, dengan menggunakan peta kendali *Generalized Variance*
5. Mengetahui kualitas pupuk ZK dalam keadaan terkendali atau tidak, dengan menggunakan peta kendali T^2*Hotteling*
6. Apabila diketahui keadaan diagram kontrol T^2*Hotteling* dan *Generalized Variance* tidak terkendali, maka akan dilakukan deteksi *out of control* dan dibuat diagram *Ishikawa.*

3.5 Langkah Penelitian

Pelaksaan penelitian dalam melakukan analisis dapat digambarkan dalam sebuah diagram alur penelitian yang menjelaskan proses awal sampai dengan akhir pembuatan laporan sesuai dengan gambar 4.1 s ebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alur Proses Penelitian

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis karakteristik kualitas pupuk ZK selama tiga bulan di shift satu bulan Oktober dan November merupakan Fase I yaitu tahap monitoring, sedangkan Desember merupakan Fase II yaitu tahap perbaikan secara deskriptif. Selanjutnya untuk melakukan pengendalian kualitas produk pupuk dengan membuat peta kendali T^2 *Hotteling* dan *Generalized Variance* sebelumnya harus melakukan uji asumsi yaitu distribusi normal multivariat dan uji korelasi Bartlett *Sphericity* terhadap data karakteristik kualitas pupuk. Kemudian menghitung nilai indeks kapabilitas proses untuk mengetahui apakah kemampuan proses produksi pupuk ZK pada shift satu sesuai dengan spesifikasi perusahaan.

4.1 Statistika Deskriptif Pupuk ZK pada Fase I dan Fase II

Analisis ini untuk mengetahui karakteristik kualitas pupuk ZK selama tiga bulan dengan pembagian Fase, yaitu pada Fase I Bulan Oktober dan November, dan Fase II bulan Desember 2013. Analisis karakteristik dilakukan dengan menggunakan statistika deskriptif yaitu mean,varians,minimum, maksimum pada masing-masing variabel karakteristik kualitas diantaranya H_2O(kadar air), K_2O(Kalium), SO_3(Sulfur), FA sebagai pengganti H_2SO_4, dan CL^-. Berikut ini adalah hasil analisis karakteristik kualitas pupuk ZK Fase I dan Fase II.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Karakteristik Kualitas Pupuk ZK Fase I dan Fase II

	Variable	N	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Fase I	H_2O	56	0,1652	0,011	0,07	0,75
	K_2O	56	51,073	0,144	50,18	51,9
	SO_3	56	43,937	0,299	42,49	45,5
	FA	56	2,0148	0,2707	1,1	3,61
	CL	56	1,0414	0,0922	0,67	1,83

	Variable	N	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Fase II	H_2O	29	0,18448	0,00275	0,07	0,27
	K_2O	29	51,233	0,0973	50,66	51,9
	SO_3	29	44,094	0,325	42,63	45,49
	FA	29	2,0166	0,1159	1,37	2,77
	CL	29	1,0245	0,0689	0,5	1,56

Berdasarkan Tabel 4.1 variabel karakteristik kualitas pupuk ZKmemiliki nilai rata-rata untuk variabel H_2O, K_2O, SO_3, FA sebagai pengganti H_2SO_4, dan CL^- yang berada di daerah spesifikasi sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata tersebut telah memenuhi target perusahaan.

4.2 Pengujian Distribusi Multivariat Normal

Pemeriksaan distribusi Multivariat Normal data dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah data kelima karakteristik kualitas tersebut berdistribusi normal atau tidak secara multivariat atau bersama-sama. Pemeriksaan distribusi Multivariat Normal data dilakukan sebagai

asumsi dasar yang harus dipenuhi dalam analisis peta kendali multivariat dan kemampuan proses.

Berikut diberikan hipotesis untuk pemeriksaan distribusi multivariat normal data pupuk jenis ZK sebagai berikut:

Hipotesis :

H_0: Data kualitas produk pupuk jenis ZK mengikuti distribusi multivariat normal

H_1: Data kualitas produk pupuk jenis ZK tidak mengikuti distribusi multivariat normal

Dari hipotesis di atas didapatkan hasil perhitungan berdasarkan lampiran D2 pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan Distribusi Multivariat Normal menggunakan *software* Minitab pada data proses produksi pupuk jenis ZK

Fase	t
I	0,55371
II	0,482759

Berdasarkan tabel 4.2 ha sil perhitungan menggunakan perangkat lunak Minitab didapatkan hasil pengujian Distribusi Multivariat Normal. Persentase nilai d^2_i pada bulan Fase I yang kurang dari $\chi^2_{0,5;5}$ adalah 55,371% persen dimana nilai dari $\chi^2_{0,5;5}$ sebesar 4,351, karena nilai d^2_i yang kurang dari $\chi^2_{0,5;5}$ lebih dari sama dengan 50 persen maka diperoleh kesimpulan bahwa data karakteristik kualitas pupuk jenis ZK pada Fase I mengikuti Distribusi Multivariat Normal. Untuk Fase II persentase nilai d^2_i pada Fase ini yang kurang dari $\chi^2_{0,5;5}$ adalah 48,2759 persen dimana nilai dari $\chi^2_{0,5;5}$ sebesar 4,351, karena nilai d^2_i yang kurang dari $\chi^2_{0,5;5}$ disekitar 50 persen maka diperoleh kesimpulan bahwa data

karakteristik kualitas pupuk jenis ZK pada Fase II mengikuti Distribusi Multivariat Normal.

Setelah data telah memenuhi asumsi Distribusi Multivariat Normal, selanjutnya dilakukan pengujian korelasi antar variabel dengan menggunakan metode barlett.

4.3 Pengujian Korelasi

Analisis selanjutnya yaitu pengujian korelasi menggunakan metode *Bartlett* untuk mengetahui korelasi atau hubungan dari lima karakteristik kualitas pupuk jenis ZK pada shift satu untuk pada Fase I dan Fase II.

Di berikan hipotesis untuk pemeriksaan korelasi dari lima karakteristik kualitas pupuk jenis ZK sebagai berikut.

Hipotesis :

H_0 : Tidak ada korelasi antar kelima karakteristik kualitas pupuk jenis ZK yaitu H_2O, K_2O, SO_3, FA sebagai pengganti H_2SO_4, dan CL^-

H_1: A da korelasi antar kelima karakteristik kualitas pupuk jenis ZK yaitu H_2O, K_2O, SO_3, FA sebagai pengganti H_2SO_4, dan CL^-

Dari hipotesis diatas, berikut hasil pengolahan uji korelasi menggunakan perangkat lunak *Minitab* seperti tertera pada lampiran C diberikan pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan uji korelasi menggunakan *software Minitab* pada data pupuk jenis ZK

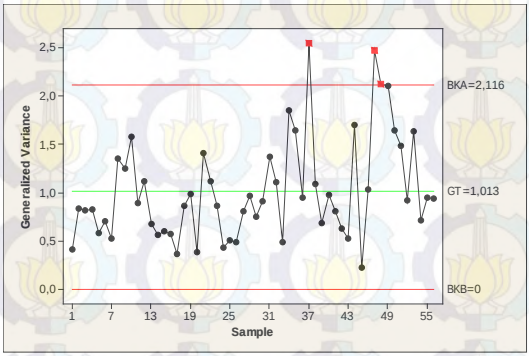
Fase	Nilai *p-value*
I	0,000
II	0,000

Berdasarkan hipotesis dan tabel 4.3 diperoleh hasil pengujian *Bartlett*. Dari data pengamatan fase I dan II

diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,000 dari masing-masing fase yang kurang dari α (0,05) maka H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa antar variabel kualitas produk pupuk jenis ZK ada korelasi.

4.4 Peta Kendali *Generalized Variance* (GV) Fase I

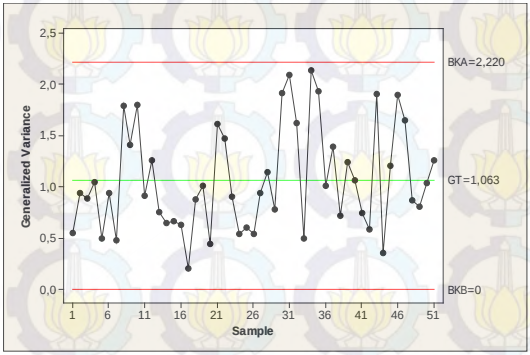
Analisis selanjutnya yaitu pengendalian kualitas produk pupuk jenis ZK pada shift satu terhadap pengendalian varian dengan membuat Peta Kendali *Generalized Variance* (GV) berdasarkan karakteristik kualitas pupuk pada fase I dengan asumsi data telah berdistribusi multivariat normal. Didapatkan hasil perhitungan peta kendali *Generalized Variance* dengan menggunakan perangkat lunak Minitab dengan melihat gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Peta Kendali *Generalized Variance* (GV) Fase I

Berdasarkan gambar 4.1 diperoleh peta kendali *Generalized Variance*. Hasil Peta Kendali *Generalized Variance* pada Fase I memiliki batas kendali atas sebesar 2,116 dan batas kendali bawah 0 terdapat titik pengamatan yang berada diluar batas kendali tersebut, sehingga di lakukan eliminasi data pengamatan sampai

hasil pengendalian tidak terdapat titik pengamatan yang keluar batas kendali. Berikut hasil perhitungan peta kendali *Generalized Variance* fase I dengan mengeliminasi data pengamatan hingga tidak terdapat titik pengamatan yang keluar batas kendali didapat pada gambar 4.2 sebagai berikut.



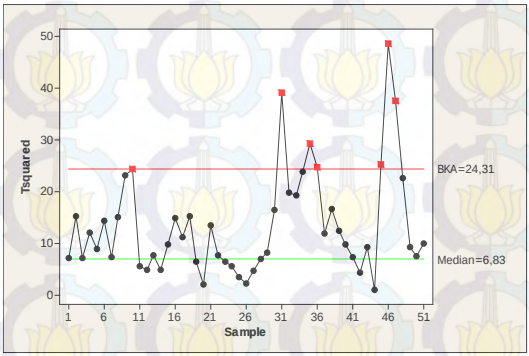
Gambar 4.2 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase I

Berdasarkan gambar 4.2 diperoleh peta kendali *Generalized Variance*. Hasil Peta Kendali *Generalized Variance* pada Fase I memiliki batas kendali atas sebesar 2,220 dan batas kendali bawah 0 sudah tidak terdapat titik pengamatan yang berada diluar batas kendali, sehingga dapat di simpulkan bahwa karakteristik kualitas pupuk jenis ZK fase I sudah terkendali secara varians dan dapat di lakukan analisis selanjutnya yaitu Peta Kendali T^2 *Hotelling*.

4.5 Peta kendali T^2 *Hotelling* Fase I

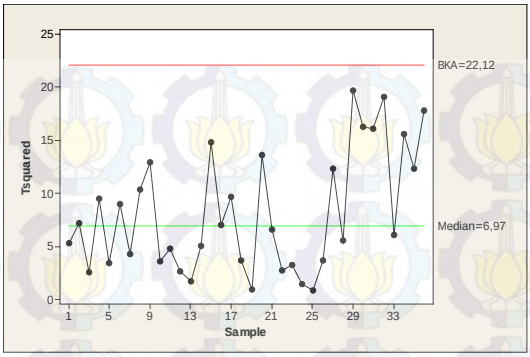
Analisi selanjutnya adalah melakukan pengendalian kualitas proses secara rata-rata yaitu dengan menggunakan metode T^2 *Hotelling*. Pengendalian kualitas dengan metode ini dapat dilakukan apabila data sudah

berdistribusi multivariat normal dan pengendalian kualitas proses secara varians sudah terkendali. Berikut hasil perhitungan Peta Kendali T^2 *Hotelling* untuk fase I dengan menggunakan perangkat lunak *Minitab* didapat pada gambar 4.3 sebagai berikut.



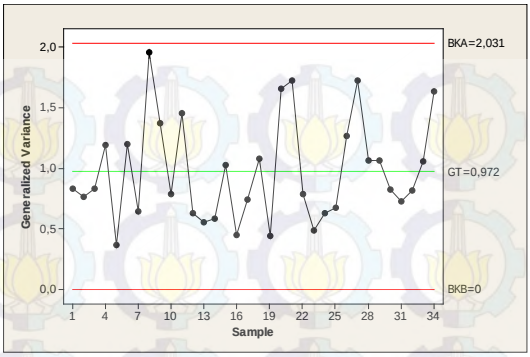
Gambar 4.3 Peta Kendali T^2 *Hotelling* fase I

Berdasarkan gambar 4.3 diperoleh peta kendali T^2 *Hotelling.* Hasil Peta Kendali T^2 *Hotelling* fase I memiliki batas kendali atas sebesar 24,31 dan batas kendali bawah 0 terdapat titik pengamatan yang berada diluar batas kendali tersebut, sehingga perlu dilakukan eliminasi data sampai pengendalian proses terkendali secara rata-rata.
Berikut hasil perhitungan Peta Kendali T^2 *Hotelling* dengan menggunakan perangkat lunak *Minitab* didapat pada gambar 4.4 sebagai berikut.



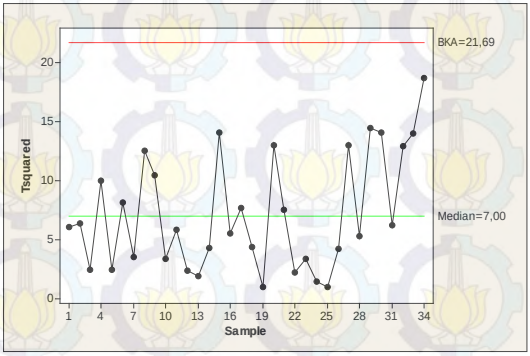
Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase I

Berdasarkan gambar 4.4 diperoleh peta kendali T^2 *Hotelling.* Hasil Peta Kendali T^2 *Hotelling* fase I memiliki batas kendali atas sebesar 22,12 dan batas kendali bawah 0 tidak terdapat titik pengamatan yang berada diluar batas kendali tersebut, sehingga perlu dilakukan eliminasi data sampai pengendalian proses terkendali secara rata-rata.
Setelah pengendalian kualitas proses T^2 *Hotelling* sudah terkendali maka perlu dilakukan kembali pengendalian proses secara varians. Berikut hasil perhitungan Peta Kendali *Generalized Variance* dengan menggunakan perangkat lunak *Minitab* didapat pada gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.5 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase I

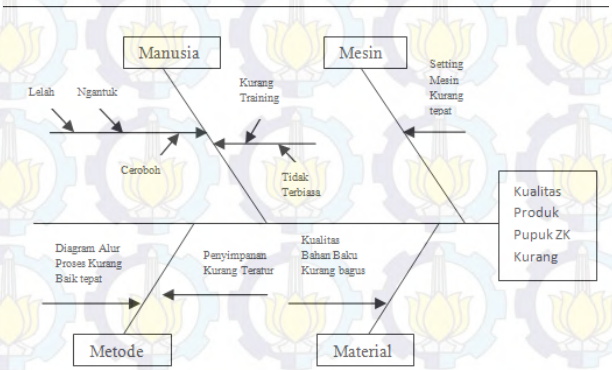
Berdasarkan gambar 4.5 di atas dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas fase I sudah terkendali secara varians dan selanjutnya di lakukan kembali pengontrolan secara rata-rata. Berikut hasil pengotrolan secara rata-rata diberikan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Peta Kendali T^2 *Hotelling* fase I

Berdasarkan gambar 4.6 diatas dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas pupuk jenis ZK fase I sudah terkendali secara rata-rata.

4.6 Diagram Sebab-Akibat

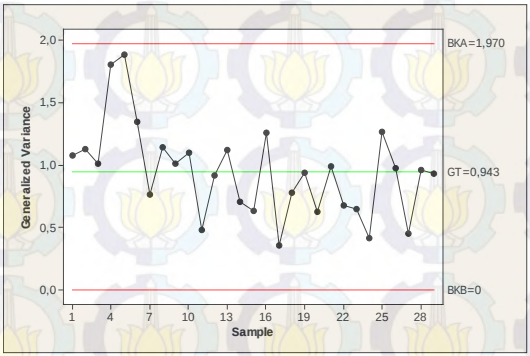


Gambar 4.7 Diagram Sebab Akibat Fase I

Berdasarkan gambar 4.7 dapat diketahui faktor yang diduga menyebabkan titik pengamatan yang berada di luar batas kendali. Untuk faktor mesin diduga disebabkan oleh *setting* mesin kurang tepat, faktor manusia diduga disebabkan oleh kelelahan, ngantuk, perilaku yang ceroboh, kurang *training* dari perusahaan dan tidak terbiasa, faktor material diduga disebabkan oleh kualitas bahan baku yang kurang bagus, serta faktor metode yaitu diduga disebabkan oleh diagram alur proses kurang baik dan penyimpanan yang kurang teratur.

4.7 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II

Setelah pada Fase sebelumnya yaitu Fase I telah dilakukan tahap monitoring selanjutnya dilakukan pengontrolan tahap perbaikan pada fase II. Pertama dilakukan pengendalian secara varians dengan Peta Kendali *Generalized Variance*. Berikut hasil perhitungan Peta Kendali Generalized Variance dengan menggunakan perangkat lunak *Minitab* diberikan pada gambar 4.8 sebagai berikut.

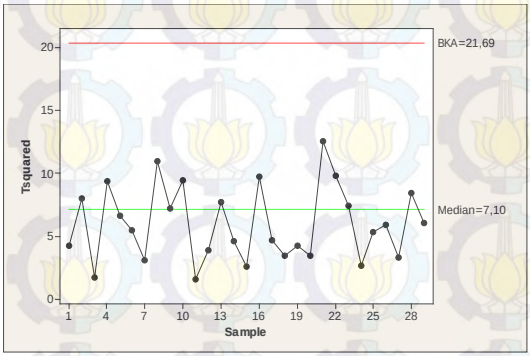


Gambar 4.8 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II

Berdasarkan gambar 4.78 diperoleh peta kendali *Generalized variance.* Hasil Peta Kendali *Generalized Variance* fase II memiliki batas kendali atas sebesar 1,970 dan batas kendali bawah 0 tidak terdapat titik pengamatan yang berada diluar batas kendali tersebut, sehingga karakteristik kualitas pupuk jenis ZK pada Fase II telah terkendali secara varians. Dan selanjutnya di lakukan pengendalian proses secara rata-rata.

4.8 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase II

Setelah analisis sebelumnya yaitu Peta kendali *Generalized Variance* sudah terkendali secara varians maka Peta Kendali T^2 *Hotelling* dapat dilakukan. Berikut hasil perhitungan Peta Kendali T^2 *Hotelling* fase II dengan menggunakan perangkat lunak *Minitab* diberikan pada gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4.9 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase II

Berdasarkan gambar 4.9 dihasilkan Peta Kendali T^2 *Hotelling*. Pada Peta Kendali T^2 *Hotelling* fase II ini batas kendali yang di gunakan sebagai acuan adalah batas kendali pada fase I, karena pada fase II ini merupakan tahap perbaikan dari tahap sebelumnya yaitu monitoring. Apabila pada Fase II yang menggunakan batas kendali pada tahap monitoring ada pengamatan yang keluar batas kendali maka perlu dilakukan perhitungan batas kendali baru. Gambar 4.8 diatas menunjukkan bahwa dengan menggunakan batas kendali pada fase I tidak terdapat titik pengamatan yang keluar batas kendali maka tidak perlu dilakukan perhitungan batas kendali baru , sehingga dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas pada fase perbaikan sudah terkendali secara rata-rata.

4.9 Kapabilitas Proses

Indeks kemampuan proses multivariat digunakan untuk mengetahui nilai rasio antara spesifikasi produk yang diijinkan terhadap spesifikasi produk yang diperbolehkan atau penyebaran proses aktual dengan melibatkan lebih dari satu variabel. Untuk menentukan indeks kemampuan proses multivariat diperlukan syarat bahwa peta kendali multivariat harus dalam kondisi terkendali.

Analisis kapabilitas proses produk Pupuk jenis ZK didapat pada perhitungan perangkat lunak *Minitab*, dihasilkan nilai *chi square* sebesar 18,2051, k sebesar 3,31 serta nilai Cp 1,07765 yang lebih dari 1 menunjukkan bahwa proses sudah kapabel. Hal ini berarti bahwa data pengamatan proses produksi pupuk jenis ZK untuk bulan Oktober sampai dengan Desember 2013 telah berada dalam batas spesifikasi perusahaan.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa proses produksi pupuk jenis ZK sudah terkendali secara statistik baik dalam rata-rata maupun variasi maka dapat dilakukan analisis lebih lanjut yaitu pengukuran kapabilitas proses multivariat. Berdasarkan analisis kapabilitas proses diperoleh bahwa proses produksi pupuk jenis ZK memiliki nilai indeks Cp sebesar 1,07765 sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi telah kapabel yang artinya proses produksi berjalan dengan baik dan sebaran data berada didalam batas spesifikasi

5.2 Saran

Yang dapat dilakukan oleh PT.Petrokimia Gresik selanjutnya adalah melakukan evaluasi secara rutin atas hasil yang didapatkan guna mempertahankan kepuasan pelanggan. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dapat mengaplikasikan metode statistik yang benar dengan menggunakan jumlah sampel yang sesuai dan menghasilkan informasi lebih banyak lagi dari jenis produk yang ada pada perusahaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Montgomery,D.C.,&Subanar, D.*Pengendalian Kualitas Statistik.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, (1995).

D.Montgomery. *Introduction to Statistical Quality Control Fifth Edition.*John Wiley & Sons Inc: New York,(2005).

D.Montgomery. *Introduction to Statistical Quality Control Fifth Edition.*John Wiley & Sons Inc: New York,(2005).

R E.Walpole, "*Pengantar Statistika edisi 3*", Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama,(1995).

R.A.Jhonson dan D.W.Wichern, "*applied multivariate statistical analysis"*. United States of America,Person International Edition, (2007).

S. Kotz, R.A. Johnson and L. Norman, *Procces capability Indices*, 1st edition, Chapman & Hall, (1993).

D.F Morrison, *Multivariate Statistical Methods Third Edition.* Mc Graw Hill Inc, USA, (1990)

BIODATA PENULIS

Penulis yang lebih dikenal dengan panggilan Try ini mempunyai nama lengkap Try Sutrisno. Dilahirkan di Surabaya, pada 26 Januari 1993 yang merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendididkan formal yaitu di TK Seroja Surabaya, SDN Sumbergirang I Mojokerto, SLTP Negeri 1 Puri Mojokerto, SMA Negeri 1 Gondang Mojokerto. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Gondang Mojokerto pada tahun 2011, penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa baru ITS dan diterima di jurusan Diploma III Statistika ITS dan terdaftar dengan NRP 1311 030 033. Jika terdapat kritik dan saran dapat dikirim melalui email penulis di cr9.sutrisno@gmail.com.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Data Kualitas Pupuk Jenis ZK Periode Oktober s/d Desember 2013 35
Lampiran B : Statistika Deskriptif Variabel Kualitas Pupuk Jenis ZK.....39
Lampiran C : Uji *Bartlett's* 29
Lampiran D1 : Program Macro Minitab Pengujian Distribusi Normal Multivariat 40
Lampiran D2 : Hasil Pengujian Distribusi Normal multivariat Data Variabel Kualitas 41
Lampiran E : Hasil *Macro* Minitab Indeks Kapabilitas Proses Produksi Pupuk jenis ZK.....45

LAMPIRAN A:

Data Kualitas Pupuk Jenis ZK Periode Oktober s/d Desember 2013

Oktober	Karakteristik Kualitas				
	H2O	K2O	SO3	FA	CL
1	0,15	50,77	43,49	1,6	0,9
2	0,08	51,16	43,89	1,47	0,76
3	0,16	51,31	43,79	1,51	0,99
4	0,08	51,13	43,49	1,45	1,08
5	0,11	50,89	43,84	1,64	0,72
6	0,16	50,65	43,29	1,37	0,83
7	0,1	50,67	43,76	1,75	0,7
8	0,23	51,55	43,69	1,32	1,12
9	0,16	51,19	43,53	1,10	0,83
10	0,07	51,68	44,25	1,34	0,73
11	0,15	51,46	43,95	1,56	0,99
12	0,11	51,27	44,58	2,13	0,7
13	0,09	51,09	43,98	1,66	0,76
14	0,1	51,16	44,04	1,78	0,85
15	0,08	50,89	43,85	1,63	0,7
16	0,13	50,44	43,22	1,45	0,78
17	0,11	50,65	43,55	1,60	0,77
18	0,1	51,00	43,45	1,22	0,84
19	0,13	51,26	44,40	1,91	0,7
20	0,11	51,06	44,00	1,88	0,88
21	0,09	51,84	44,23	1,52	1
22	0,07	51,11	44,49	2,19	0,7
23	0,12	51,33	43,79	1,47	0,97
24	0,1	51,12	43,83	1,70	0,95
25	0,1	51,01	44,03	1,88	0,81

Lanjutan Data Kualitas Pupuk Jenis ZK Periode Oktober s/d Desember 2013

Oktober	Karakteristik Kualitas				
	H2O	K2O	SO3	FA	CL
26	0,11	50,90	44,00	1,94	0,8
27	0,14	50,97	43,33	1,47	1,11
28	0,14	50,25	43,53	2,10	0,84
29	0,14	50,63	43,88	1,89	0,67

November	Karakteristik Kualitas				
	H2O	K2O	SO3	FA	CL
1	0,27	50,69	43,4	1,86	1,11
2	0,32	51,44	45,2	2,91	0,89
3	0,23	50,57	43,8	2,49	1,17
4	0,23	51,65	44,4	2,43	1,39
5	0,2	51,1	43,1	1,98	1,75
6	0,15	50,46	44	2,92	1,15
7	0,16	51,35	44,1	2,5	1,49
8	0,75	51,01	44,5	2,8	1,03
9	0,18	50,48	43,7	2,45	1,08
10	0,17	51,3	44,3	2,56	1,33
11	0,12	51,36	44,7	2,66	1,07
12	0,19	50,87	43,7	2,28	1,3
13	0,15	51,01	44,2	2,42	1,03
14	0,15	51,2	44,3	2,39	1,06
15	0,15	51,14	45	2,76	0,67
16	0,16	50,97	44	2,11	1,01
17	0,22	51,33	43,9	2,4	1,57

Lanjutan Data Kualitas Pupuk Jenis ZK Periode Oktober s/d Desember 2013

November	Karakteristik Kualitas				
	H2O	K2O	SO3	FA	CL
18	0,21	50,66	42,49	1,76	1,83
19	0,17	50,18	42,84	2,34	1,57
20	0,17	51,43	45,5	3,61	1,08
21	0,13	51,12	43,71	2,61	1,71
22	0,17	51,11	43,67	2,52	1,67
23	0,16	51,9	44,86	2,66	1,32
24	0,49	50,87	43,58	2,14	1,3
25	0,12	51,58	44,3	2,01	1,09
26	0,2	51,6	44,59	2,01	0,86
27	0,21	51,29	43,59	1,72	1,31

Desember	Karakteristik Kualitas				
	H2O	K2O	SO3	FA	CL
1	0,18	51,32	43,39	1,38	1,25
2	0,20	51,06	44,73	2,77	0,88
3	0,19	51,27	44,83	2,43	0,70
4	0,27	51,47	45,49	2,75	0,50
5	0,22	50,84	42,63	1,37	1,56
6	0,22	50,85	44,62	2,46	0,59
7	0,17	51,02	44,42	2,29	0,77
8	0,08	51,24	44,40	1,96	0,72
9	0,18	50,66	43,30	1,92	1,22
10	0,09	51,25	43,95	2,09	1,21
11	0,19	50,90	43,90	2,06	0,98
12	0,12	51,42	44,52	2,18	0,91

Lanjutan Data Kualitas Pupuk Jenis ZK Periode Oktober s/d Desember 2013

Desember	Karakteristik Kualitas				
	H2O	K2O	SO3	FA	CL
13	0,07	51,18	43,83	1,87	1,11
14	0,23	51,40	44,33	1,88	0,84
15	0,15	51,48	44,15	1,77	0,98
16	0,10	51,36	44,70	2,13	0,66
17	0,19	51,01	44,01	1,91	0,85
18	0,17	50,82	44,17	2,28	0,84
19	0,17	51,63	43,88	1,69	1,28
20	0,17	51,32	44,55	2,45	1,00
21	0,18	51,88	44,20	1,93	1,36
22	0,26	51,56	44,16	2,05	1,24
23	0,23	51,18	43,83	2,05	1,25
24	0,21	51,31	44,03	1,83	1,00
25	0,23	50,71	43,16	1,68	1,22
26	0,19	51,90	44,34	1,81	1,16
27	0,20	51,14	43,80	1,70	0,99
28	0,23	51,13	43,55	1,96	1,38
29	0,26	51,44	43,85	1,83	1,26

LAMPIRAN B

Statistika Deskriptif Variabel Kualitas Pupuk Jenis ZK Fase I dan Fase II

1. Fase I

Descriptive Statistics: H2O; K2O; SO3; FA; CL

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
H2O	0,1652	0,0110	0,0700	0,7500
K2O	51,073	0,144	50,180	51,900
SO3	43,937	0,299	42,490	45,500
FA	2,0148	0,2707	1,1000	3,6100
CL	1,0414	0,0922	0,6700	1,8300

2. Fase II

Descriptive Statistics: H2O_1; K2O_1; SO3_1; FA_1; CL_1

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
H2O_1	0,18448	0,00275	0,07000	0,27000
K2O_1	51,233	0,0973	50,660	51,900
SO3_1	44,094	0,325	42,630	45,490
FA_1	2,0166	0,1159	1,3700	2,7700
CL_1	1,0245	0,0689	0,5000	1,5600

LAMPIRAN C

Uji *Bartlett's*

1. Fase I

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.163
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	286.182
	df	10
	Sig.	.000

2. Fase II

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.243
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	162.420
	df	10
	Sig.	.000

LAMPIRAN D1

Program Macro Minitab Pengujian Distribusi multivariat normal Fase I dan Fase II

Data

```
macro
qq x.1-x.p
mconstant i n p t chis
mcolumn d x.1-x.p dd pi q ss tt
mmatrix s sinv ma mb mc md
let n=count(x.1)
cova x.1-x.p s
invert s sinv
do i=1:p
  let x.i=x.i-mean(x.i)
enddo
do i=1:n
  copy x.1-x.p ma;
    use i.
  transpose ma mb
  multiply ma sinv mc
  multiply mc mb md
  copy md tt
```

```
  let t=tt(1)
  let d(i)=t
enddo
set pi
  1:n
end
let pi=(pi-0.5)/n
sort d dd
invcdf pi q;
chis p.
plot q*dd
invcdf 0.5 chis;
chis p.
let ss=dd<chis
let t=sum(ss)/n
print t
endmacro
```

LAMPIRAN D2

Hasil Pengujian Distribusi normal multivariat Data Variabel Kualitas

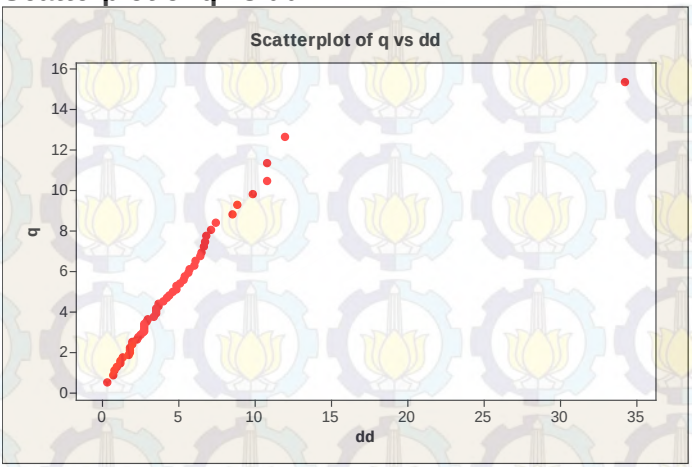
1. Fase I

```
MTB > %D:\multinormal.txt c1-c5
Executing from file: D:\multinormal.txt

Answer = 4,9002
Answer = 3,4188
Answer = 2,3437
Answer = 5,6106
Answer = 1,8200
Answer = 2,9934
Answer = 2,5073
Answer = 5,3431
Answer = 3,7019
Answer = 6,0953
Answer = 2,7389
```

```
Answer = 2,7796
Answer = 1,2074
Answer = 1,7115
Answer = 1,8385
Answer = 8,5023
Answer = 4,2433
Answer = 2,7276
Answer = 2,2618
Answer = 0,7058
Answer = 6,0539
Answer = 4,0187
Answer = 1,8337
Answer = 2,7526
Answer = 1,3652
Answer = 0,9949
Answer = 1,9575
Answer = 5,3900
Answer = 3,5685
Answer = 4,6580
Answer = 8,8199
Answer = 6,4362
Answer = 5,0828
Answer = 6,6654
Answer = 6,7580
Answer = 3,5339
Answer = 34,2626
Answer = 3,5410
Answer = 1,9389
Answer = 3,6761
Answer = 1,2276
Answer = 2,6522
Answer = 0,8037
Answer = 5,7179
Answer = 0,3340
Answer = 4,3667
Answer = 10,7985
Answer = 9,8779
Answer = 11,9645
Answer = 6,5267
Answer = 4,8744
Answer = 7,4820
Answer = 10,8372
Answer = 6,7948
Answer = 2,8787
Answer = 7,1046
```

Scatterplot of q vs dd



Data Display

```
t    0,553571
```

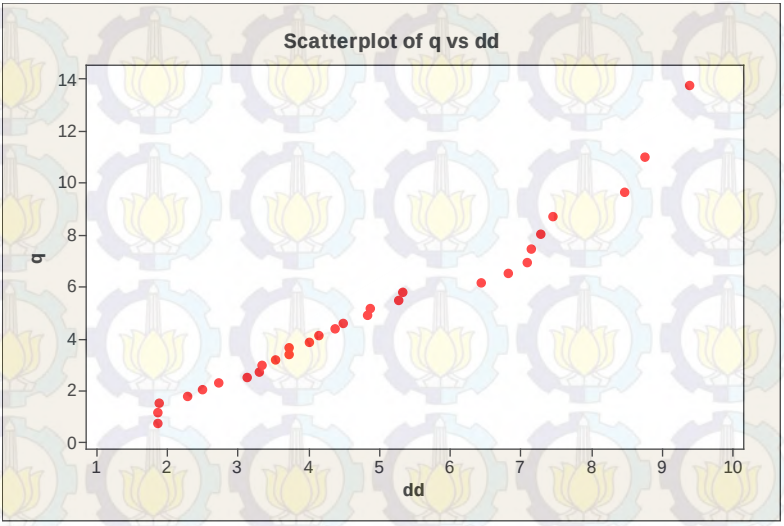
1. Fase II

```
MTB > %D:\multinormal.txt c13-c17
Executing from file: D:\multinormal.txt

Answer = 4,1488
Answer = 7,2727
Answer = 1,8882
Answer = 9,3792
Answer = 7,4491
Answer = 4,8285
Answer = 1,8641
Answer = 7,0975
Answer = 6,4287
Answer = 8,7457
Answer = 1,8653
Answer = 3,5312
```

```
Answer = 5,3293
Answer = 4,4936
Answer = 2,2893
Answer = 5,2732
Answer = 2,7322
Answer = 3,3308
Answer = 3,3072
Answer = 3,1289
Answer = 7,1540
Answer = 4,0136
Answer = 4,3690
Answer = 2,4905
Answer = 6,8169
Answer = 4,8679
Answer = 3,7265
Answer = 8,4590
Answer = 3,7191
```

Scatterplot of q vs dd



Data Display

```
t     0,482759
```

Lampiran E

Hasil *Macro* Minitab Indeks Kapabilitas Proses Produksi Pupuk Jenis ZK periode Oktober s/d Desember 2013

```
MTB > %D:\fase2.txt
c13-c17
Executing from file:
D:\desember.txt
```

Data Display

```
Matrix s
0
```

Data Display

```
Matrix vo

0,0027542   -
0,0006378  -0,002150
0,000809    0,002068
-0,0006378
0,0972921    0,070039
-0,005826    0,007137
-0,0021498
0,0700392    0,325260
0,157906   -0,120903
 0,0008089   -
0,0058259    0,157906
0,115909   -0,060245
 0,0020685
0,0071372  -0,120903
-0,060245    0,068911
```

Data Display

```
Matrix voin
414,29      975,9    -
1141,6      918,9    -
1313,1
975,90    36252,9    -
42549,1    34848,8   -
47969,5
-1141,61   -42549,1
49953,2   -40913,1
56315,2
```

```
  918,93    34848,8
-40913,1    33525,5
-46108,8
-1313,09   -47969,5
56315,2   -46108,8
63515,9
```

Data Display

```
Matrix ainv
14,7186      34,06
-40,04       32,21
-46,06
34,0604    1286,65   -
1512,13    1238,36   -
1704,71
-40,0391   -1512,13
1777,13   -1455,42
2003,42
 32,2076    1238,36
-1455,42    1192,53
-1640,20
-46,0649   -1704,71
2003,42   -1640,20
2259,53
Answer = 0,1473
Answer = 0,1473
```

Data Display

```
i     1,00000
Matrix s
0,147328
Answer = 0,2538
Answer = 0,4012
```

Data Display

```
i     2,00000
Matrix s
0,401151
Answer = 0,0653
Answer = 0,4665
```

Data Display
i 3,00000
Matrix s
0,466459
Answer = 0,2948
Answer = 0,7613
Data Display
i 4,00000
Matrix s
0,761270
Answer = 0,1910
Answer = 0,9523

Data Display
i 5,00000
Matrix s
0,952302
Answer = 0,1345
Answer = 1,0868
Data Display
i 6,00000
Matrix s
1,08679
Answer = 0,0548
Answer = 1,1416
Data Display
i 7,00000
Matrix s
1,14156
Answer = 0,2526
Answer = 1,3942
Data Display
i 8,00000
Matrix s
1,39416
Answer = 0,1148
Answer = 1,5089
Data Display
i 9,00000
Matrix s
1,50892
Answer = 0,3123
Answer = 1,8212
Data Display
i 10,0000
Matrix s
1,82119
Answer = 0,0234
Answer = 1,8446
Data Display
i 11,0000
Matrix s
1,84456
Answer = 0,1173
Answer = 1,9618

Data Display
i 12,0000
Matrix s
1,96182
Answer = 0,1861
Answer = 2,1479
Data Display
i 13,0000
Matrix s
2,14794
Answer = 0,1465
Answer = 2,2945
Data Display
i 14,0000
Matrix s
2,29445
Answer = 0,0627
Answer = 2,3571
Data Display
i 15,0000
Matrix s
2,35712
Answer = 0,1819
Answer = 2,5390
Data Display
i 16,0000
Matrix s

```
2,53900
Answer = 0,0818
Answer = 2,6208
Data Display
i    17,0000
Matrix s
2,62084
Answer = 0,0559
Answer = 2,6767
Data Display
i    18,0000
Matrix s
2,67670
Answer = 0,0738

Answer = 2,7505
Data Display
i    19,0000
Matrix s
2,75051
Answer = 0,1071
Answer = 2,8576
Data Display
i    20,0000
Matrix s
2,85759
Answer = 0,1178
Answer = 2,9753
Data Display
i    21,0000
Matrix s
2,97534
Answer = 0,0997
Answer = 3,0750
Data Display
i    22,0000
Matrix s
3,07503
Answer = 0,1542
Answer = 3,2292
Data Display
i    23,0000
Matrix s
3,22922
Answer = 0,0855
Answer = 3,3147
Data Display
i    24,0000
Matrix s
3,31473
Answer = 0,1273
Answer = 3,4420
Data Display
i    25,0000
Matrix s
3,44200
Answer = 0,0171
Answer = 3,4591

Data Display
i    26,0000
Matrix s
3,45906
Answer = 0,1269
Answer = 3,5860
Data Display
i    27,0000
Matrix s
3,58598
Answer = 0,3009
Answer = 3,8869
Data Display
i    28,0000
Matrix s
3,88693
Answer = 0,1131
Answer = 4,0000
Data Display
i    29,0000
Matrix s
4,00004
Data Display
Matrix s
4,00004
```

Data Display

```
sbr
4,00004
```

Data Display

```
sbaru    4,00004
```

Data Display

```
c.1    -0,115517
c.2    0,732759
c.3    1,09379
c.4    0,266552
c.5    -0,225517
```

Data Display

```
cm1
-0,11552    0,73276
1,09379    0,26655
-0,22552
```

Data Display

```
Matrix cm2
-0,115517  0,732759
1,09379  0,266552  -
0,225517
```

Data Display

```
Matrix cm3
-0,11552
 0,73276
 1,09379
 0,26655
-0,22552
```

Data Display

```
Matrix cm4
-40,3844  18,8712  -
13,3966  13,7046  -
15,5377
Answer = 10,9971
```

Data Display

```
k2    10,9971
```

Data Display

```
k    3,31619
```

Data Display

```
chi    18,2051
```

Data Display

```
cp    1,07765
```