



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PADA
PRODUK PUPUK NPK PHONSKA SUBSIDI
DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

Nabilah Balquis Setya Irawan
NRP 10611500000021

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT

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



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PADA
PRODUK PUPUK NPK PHONSKA SUBSIDI
DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

Nabilah Balquis Setya Irawan
NRP 10611500000021

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT

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



FINAL PROJECT - SS 145561

**CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF NPK
PHONSKA SUBSIDY FERTILIZER
IN PT. PETROKIMIA GRESIK**

Nabilah Balquis Setya Irawan
NRP 10611500000021

Supervisor
Dra. Lucia Aridinanti, MT

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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KAPABILITAS PROSES PADA PUPUK NPK PHONSKA SUBSIDI DI PT. PETROKIMIA GRESIK

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

NABILAH BALQUIS SETYA IRAWAN
NRP. 10611500000021

Surabaya, 28 Juni 2018

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir


Dra. Lucia Aridinanti, MT.
NIP. 19610131 198701 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS


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



ANALISIS KAPABILITAS PROSES PADA PUPUK NPK PHONSKA SUBSIDI DI PT.PETROKIMIA GRESIK

Nama : Nabilah Balquis Setya Irawan
NRP : 10611500000021
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, M.T

Abstrak

PT. Petrokimia Gresik merupakan pabrik produsen pupuk, dimana kualitas produksi pupuk mendapatkan perhatian utama. Proses produksi pupuk NPK Phonska subsidi di PT. Petrokimia Gresik banyak yang belum memenuhi batas spesifikasi. Jika kualitas komposisi pada pupuk tidak sesuai maka kandungan pupuk menjadi tidak stabil dan akan menyebabkan tanaman tidak bisa berkembang dengan baik. Pada proses produksi pupuk NPK Phonska subsidi terdapat 3 karakteristik kualitas yaitu nitrogen, fosfat dan kalium dimana karakteristik kualitas tersebut saling berkaitan (dependen), oleh karena itu perlu dilakukan analisis kapabilitas dengan menggunakan peta kendali T^2 Hotelling dan generalized variance. Hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan pada periode Bulan Januari 2018 sampai Februari 2018 sudah terkendali secara statistik, tetapi pada fase 1 masih kurang baik karena didapatkan nilai C_p sebesar 0,909383 kurang dari 1 sehingga proses produksi bulan Januari 2018 tidak kapabel, untuk fase 2 pada bulan Februari 2018 sudah baik dan sudah sesuai karena didapatkan nilai C_p sebesar 1,02112 sama dengan 1 sehingga proses produksi bulan Februari 2018 telah kapabel dan telah terkendali secara statistik. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dari proses produksi dari bulan Januari 2018 sampai Februari 2018 semakin membaik.

Kata Kunci : Kapabilitas Proses, Peta Kendali Generalized Variance, Peta Kendali T^2 Hotelling, Pupuk NPK Phonska subsidi.

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF NPK PHONSKA SUBSIDY FERTILIZER IN PT. PETROKIMIA GRESIK

Student Name : Nabilah Balquis Setya Irawan
NRP : 10611500000021
Departement : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Supervisor : Dra. Lucia Aridinanti, M.T

Abstract

PT. Petrokimia Gresik is a fertilizer producer factory, where the quality of fertilizer production gets the main attention. Many of the production processes of NPK Phonska fertilizer subsidy in PT. Petrokimia Gresik has not yet met the production standard. In the production process of NPK Phonska fertilizer subsidy there are 3 interdependent characteristics in quality: nitrogen, phosphate and potassium, therefore multivariate analysis is needed by using T2 Hotelling map and general variance. The analysis results that have been done shows that during January 2018 to February 2018 it is statistically controlled, but in phase 1 it is still unfavorable because the C_p value only reaches 0.909383 (which is below 1) so the production in January 2018 is not capable. For phase 2 in February 2018 the result is more promising with the C_p reaches 1.02112 (equal to 1), making the production in February 2018 is capable and has been statistically controlled. Therefore, it can be concluded that the production process from January 2018 until February 2018 had gotten better.

Keyword : Process Capability, Generalized Variance Control Map, T^2 Hotelling Control Map, Fertilizer Subsidy NPK Phonska.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kapabilitas Proses Pada Produk Pupuk NPK Phonska Subsidi di PT. PETROKIMIA GRESIK**”. Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar karena tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan serta memberikan dukungan bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT dan Ibu Mike Prastuti, S.Si, M.Si selaku dosen penguji dan validator yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Drs. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si. selaku Sekertaris Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Ibu Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes. selaku dosen wali yang telah memberikan motivasi dukungan bagi penulis dalam masa perkuliahan.
7. Seluruh Dosen dan karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan pengalaman dan ilmu kepada penulis.

8. PT. Petrokimia Gresik khususnya Bapak Mariono yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melaksanakan Tugas Akhir ini, dan Bapak Kevin Emulindo selaku pembimbing lapangan di PT. Petrokimia Gresik yang selalu memberikan bimbingan dan membagi pengalaman bagi penulis selama pengambilan data untuk Tugas Akhir.
9. Bapak Muchid, Ibu Warsiti, Ayah Irawan, Ibu Wiwik Setyaningsih selaku orang tua dan Ilham Akbar dan Iqbal Romadhona selaku kakak dan adik penulis yang selalu mendoakan, mendukung, memberi semangat, serta mencurahkan kasih sayangnya, dan segalanya yang telah diberikan untuk penulis sehingga menjadi mudah dan dilancarkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Muhammad Ubaid Muttaqin yang selalu memberikan Semangat, Motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan Sahabat tercinta Mbak Fella, Astry, Yosi, Ajeng, Syafa, Nastiti, Sifa, dan Agnes yang selalu memberikan motivasi, perhatian dan tempat berbagi keluh kesah penulis selama masa perkuliahan.
11. Seluruh teman-teman mahasiswa Departemen Statistika Bisnis khususnya angkatan 2015 “HEROES” dan semua pihak yang memberikan pengalaman dan kenangan yang berharga bagi penulis.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan berikutnya. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat.

Surabaya, 28 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
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	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Peta Kendali <i>Generalized Varians</i>	7
2.2 Peta Kendali T^2 Hotelling.....	8
2.3 Dependensi Variabel	12
2.4 Distribusi Normal Multivariat	12
2.5 Homogenitas Matriks Varian Kovarians	14
2.6 <i>Multivariat Analysis of Variance (MANOVA)</i>	15
2.7 Indeks Kapabilitas Proses.....	17
2.8 Diagram Sebab-Akibat	18
2.9 Pupuk NPK Phonska subsidi	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	23
3.2 Teknik Pengambilan Sampel	24
3.3 Langkah Analisis.....	26

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Diskripsi Karakteristik Kualitas	29
4.2 Analisis Kapabilitas Proses Fase I.....	31
4.2.1 Pengujian Independensi Karakteristik Kualitas Fase 1....	31
4.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariate Fase 1	32
4.2.3 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 1	32
4.2.4 Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Fase 1	33
4.2.5 Indeks Kapabilitas Proses Fase 1	35
4.3 Analisis Perbandingan Fase 1 dan Fase 2.....	36
4.4 Analisis Kapabilitas Proses Fase 2.....	37
4.4.1 Pengujian Independensi Karakteristik Kualitas Fase 2....	37
4.4.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariate Fase 2	38
4.4.3 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 2	39
4.4.4 Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Fase 2	40
4.4.5 Indeks Kapabilitas Proses Fase 2.....	41
4.5 Penyebab Ketidaksesuaian	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49
BIODATA PENULIS	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Sebab Akibat 19
Gambar 2.2	Peta Proses Produksi..... 21
Gambar 3.1	Diagram Alir..... 27
Gambar 4.1	Diagram Batang Rata-Rata Kandungan NPK pada Fase 1 dan Fase 2 30
Gambar 4.2	<i>Scatterplot</i> Uji Multivariat Normal Fase 1 32
Gambar 4.3	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 1 33
Gambar 4.4	Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 1 34
Gambar 4.5	Perbaikan 1 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 1 35
Gambar 4.6	<i>Scatterplot</i> Uji Multivariat Normal Fase 2 38
Gambar 4.7	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase 2 39
Gambar 4.8	Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2 40
Gambar 4.9	Perbaikan 1 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2 41
Gambar 4.10	Diagram Ishikawa 43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data Peta Kendali T^2 Hotelling.....	11
Tabel 2.2 MANOVA	16
Tabel 2.3 Distribusi <i>Wilks' Lambda</i>	17
Tabel 3.1 Batas Spesifikasi Variabel Penelitian	24
Tabel 3.2 Ukuran Subgrup.....	24
Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian.....	25
Tabel 4.1 Deskripsi Kualitas Produksi NPK Phonska Subsidi	29
Tabel 4.2 Perbedaan Kapabilitas Proses Fase 1 dan Fase 2.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Kandungan Proses Produksi Pupuk NPK Phonska Subsidi PT. Petrokimia Gresik Bulan Januari 2018.....	49
Lampiran 2. Data Kandungan Proses Produksi Pupuk NPK Phonska Subsidi PT. Petrokimia Gresik Bulan Februari 2018.....	50
Lampiran 3. <i>Output</i> Statistika Deskriptif Berdasarkan Fase	51
Lampiran 4. <i>Output</i> Independensi Variabel Fase 1	52
Lampiran 5. <i>Output</i> Independensi Variabel Fase 2	53
Lampiran 6. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 1	54
Lampiran 7. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 2	55
Lampiran 8. <i>Output</i> Statistik Uji <i>Generalized Variance</i> Fase 1.....	56
Lampiran 9. <i>Output</i> Statistik Uji T^2 <i>Hotelling</i> Fase 1	57
Lampiran 10. <i>Output</i> Statistik Uji T^2 <i>Hotelling</i> Fase I Perbaikan	58
Lampiran 11. <i>Output</i> Statistik Uji <i>Generalized Variance</i> Fase 2.....	59
Lampiran 12. <i>Output</i> Statistik Uji T^2 <i>Hotelling</i> Fase 2	60
Lampiran 13. <i>Output</i> Statistik Uji T^2 <i>Hotelling</i> Fase 2 Perbaikan	61
Lampiran 14. Uji MANOVA	62
Lampiran 15. Program <i>Syntax</i> Kapabilitas Proses Multivariat Fase 1.....	65
Lampiran 16. Program <i>Syntax</i> Kapabilitas Proses Multivariat Fase 2.....	67
Lampiran 17. Bukti Pengambilan Data di PT. Petrokimia Gresik	69
Lampiran 18. Surat Pernyataan Kevalidan Data Tugas Akhir	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang dengan jumlah penduduk yang padat. Sehingga pertambahan penduduk Indonesia juga semakin meningkat, dan ketersediaan luas lahan pertanian semakin menyempit. Indonesia juga dikenal sebagai negara agraris yang artinya negara salah satu penunjang perekonomiannya adalah sektor pertanian. Faktor yang mempengaruhi hasil pertanian adalah iklim, tanah, dan pupuk. Tentunya dibutuhkan terobosan-terobosan baru untuk mengatasi agar tidak sampai terjadi krisis pangan. Pupuk adalah material yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu memproduksi dengan baik. Material pupuk dapat berupa bahan organik ataupun non-organik (mineral) yang dihasilkan oleh kegiatan alam atau diolah oleh manusia di pabrik. Salah satu perusahaan yang memproduksi pupuk adalah PT. Petrokimia Gresik.

PT. Petrokimia Gresik merupakan pabrik pupuk terbesar dan terlengkap di Indonesia yang pada awal berdirinya disebut Proyek Petrokimia Surabaya. Tugas, wewenang dan tanggung jawab perusahaan ini adalah mengelola hasil produksi yaitu pupuk maupun non pupuk. Jenis pupuk yang di produksi adalah pupuk tunggal dan pupuk majemuk antara lain adalah Zwavelzuur Amonium (ZA), Super Phospate (SP), Phonska (NPK), Urea dan dan pupuk organik yaitu Petroganik. PT Petrokimia Gresik selain memproduksi pupuk juga memproduksi produk non pupuk seperti Asam Sulfat, Asam Phosfat, Amoniak, Dry Ice, Aluminum Flouride, cement retarder, dll. Salah satu produk pupuk di PT. Petrokimia Gersik adalah pupuk NPK Phonska subsidi atau yang biasa disebut pupuk Phonska Subsidi. Pupuk NPK Phonska subsidi adalah pupuk yang biasa dipasarkan dimasyarakat luas

diseluruh Indonesia. Masyarakat pastinya akan cenderung memilih produk pupuk dengan kualitas yang baik untuk pertumbuhan tanamannya. Pupuk dikatakan memiliki kualitas yang baik jika kandungan dari pupuk tersebut telah sesuai. Sehingga untuk menjamin kualitas produk pupuk NPK Phonska subsidi diperlukan suatu cara yang tepat dalam membuat suatu analisis pengendalian kualitas statistika sehingga pupuk yang diterima petani dapat terjamin kualitasnya. Pupuk NPK Phonska subsidi memiliki karakteristik kualitas yaitu nitrogen sebesar 15%, fosfat sebesar 15% serta kalium sebesar 15%. Kandungan tersebut merupakan kandungan makro hara primer. Jika kualitas komposisi pada pupuk tidak sesuai maka akan menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal sehingga hasil panen akan turun atau bahkan gagal panen (Petrokimia, 2018). Penggunaan pupuk terutama pupuk buatan merupakan salah satu faktor kunci dalam peningkatan produksi pangan dan pencapaian swasembada beras di Indonesia. Pupuk yang biasa digunakan adalah pupuk tunggal dan pupuk majemuk (Jatiyanto, 1976).

Untuk menghasilkan produk pupuk NPK Phonska subsidi dengan spesifikasi yang sesuai, perlu dilakukan pengendalian kualitas, dimana karakteristik kualitas produksi pupuk NPK Phonska subsidi adalah nitrogen, fosfat, dan kalium yang saling berhubungan (dependen) karena pupuk NPK Phonska subsidi adalah pupuk majemuk yang berarti kandungan dalam pembentukan pupuk saling berpengaruh.

Suatu perusahaan selalu membutuhkan pengendalian kualitas dalam menjaga kualitas serta mutu pada suatu produknya sebelum dipasarkan kepada konsumen dan dapat dilakukan perbaikan terhadap sistem yang tidak sesuai, suatu proses produksi jika tidak dikendalikan akan menimbulkan masalah pada produk tersebut. Oleh sebab itu pengendalian kualitas pada produk sangat dibutuhkan pada sektor industri agar dapat bersaing dengan baik dan mampu memuaskan konsumen. Teknik pengendalian kualitas dapat membantu perusahaan dalam

mengetahui kelayakan kualitas produk berdasarkan batas spesifikasi yang telah ditentukan.

Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan batas spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan perusahaan. Pengendalian kualitas yang selama ini dilakukan oleh perusahaan hanya menggunakan analisis kimia dengan analisis deskriptif dan belum pernah dilakukan analisis secara inferensial, sehingga perlu dilakukan analisis secara inferensial agar hasil yang diperoleh menjadi lebih informatif dan detail. Proses pengendalian kualitas secara statistik adalah metode dengan menggunakan peta kendali. Peta kendali adalah metode grafik yang digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu proses berada dalam batas pengendalian kualitas secara statistik atau tidak, jika proses tidak terkendali metode Pengendalian Kualitas Statistik dapat membantu memberi petunjuk mengapa proses tidak terkendali. Pada penelitian ini digunakan peta kendali multivariat dimana ketiga karakteristik kualitas dari pupuk NPK Phonska subsidi saling berhubungan (dependen). Peta kendali multivariat yang digunakan adalah peta kendali generalized variance yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses, serta peta kendali T2 Hotelling dimana peta kendali ini merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas serta rata-rata dari proses multivariat. Apabila hasil produksi telah terkendali secara statistik, dapat dilakukan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui bahwa proses produksi yang berlangsung sudah kapabel atau belum. Kapabilitas proses bertujuan untuk menunjukkan kemampuan suatu proses dalam memenuhi batas spesifikasi yang telah ditetapkan (Montgomery, 2013).

Penelitian tentang pupuk sebelumnya pernah dilakukan oleh Afifah (2017) di proses recovery unit pupuk Urea produksi PT. Petrokimia Gresik diperoleh hasil bahwa Jam kerja (shift) tidak memberikan pengaruh terhadap konsentrasi amonia, dan karbon dioksida. Pengendalian kualitas pada proses recovery unit pupuk

urea pada fase 1 dan fase 2 telah terkendali secara statistik, dan proses produksi pupuk urea fase 1 dan fase 2 tidak kapabel karena pada variabel amonia mempunyai akurasi yang rendah.

Penelitian lain yang telah dilakukan oleh Ferdiyanto (2017) di proses produksi Gas Hidrogen PT. Samator Gresik Jawa Timur memperoleh hasil telah terkendali. Proses produksi Gas Hidrogen tabung 7m³ selama bulan November hingga Desember tahun 2016 telah terkendali secara statistik dan berdasarkan hasil analisis kapabilitas disimpulkan bahwa produksi telah presisi namun kurang memiliki akurasi.

1.2 Perumusan Masalah (Permasalahan)

Pupuk NPK Phonska subsidi merupakan produk unggulan dari PT. Petrokimia Gresik. Perusahaan Petrokimia Gresik telah menetapkan batas spesifikasi yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu sebesar 15%, namun selama ini masih terdapat beberapa sampel yang masih belum memenuhi batas spesifikasi. Jika kualitas komposisi pada pupuk tidak sesuai maka kandungan pupuk tidak stabil akan menyebabkan tanaman tidak bisa berkembang dengan baik pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal sehingga hasil panen akan turun atau bahkan gagal panen. Oleh karena itu kualitas dari pupuk NPK Phonska subsidi perlu ditingkatkan. Salah satunya dengan melakukan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui kandungan dari NPK Phonska subsidi telah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Maka dari itu perlu dilakukan analisis kapabilitas.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis kapabilitas proses produk pupuk NPK Phonska Subsidi di PT. Petrokimia Gresik.
2. Mengetahui penyebab - penyebab dari terjadinya ketidaksesuaian pada proses produksi pupuk Phonska NPK Phonska

1.4 Batasan Masalah

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil pemeriksaan proses produksi produk Pupuk NPK Phonska Subsidi periode bulan Januari 2018 dan Februari 2018 pada bagian Departmen Produksi Pabrik II A Phonska.

1.5 Manfaat Masalah

1. Memberikan informasi kepada perusahaan terhadap kapabilitas proses yang ada di perusahaan saat ini apakah telah kapabel atau belum, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk Pupuk Phonska NPK Phonska subsidi yang diproduksi apabila produk apabila kemampuan proses belum kapabel dan mempertahankan jika kemampuan proses telah kapabel.
2. Memberikan informasi apa saja kepada perusahaan berdasarkan akar penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada produk Pupuk Phonska NPK Phonska subsidi agar dapat melakukan perbaikan berdasarkan akar permasalahan.

Halaman ini sengaja dikosongka

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Suatu proses dikatakan kapabel adalah proses telah terkendali secara statistik, presisi dan akurasi tinggi yang telah ditentukan oleh perusahaan, nilai C_p lebih dari 1. Peta kendali multivariat adalah peta kendali yang memiliki karakteristik lebih dari satu. Peta kendali Multivariat pada penelitian ini terdiri dari peta kendali *generalized variance* yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses dan peta kendali T^2 Hotelling yang digunakan untuk mengendalikan suatu mean proses. Suatu proses dikatakan sudah terkendali jika plot pada peta kendali *generalized variance* dan peta kendali T^2 Hotelling tidak berada diatas batas kendali atas (BKA) dan dibawah batas kendali bawah (BKB) (Montgomery, 2013).

Metode yang digunakan untuk mengetahui perbedaan fase 1 dan fase 2 adalah MANOVA. Bab ini menjelaskan prinsip metode-metode tersebut yang digunakan dalam penelitian

2.1 Peta Kendali *Generalized Varians*

Suatu produk jika karakteristik kualitas lebih dari satu variabel dimana antar karakteristik kualitas tersebut saling dependen maka peta kendali yang digunakan adalah peta kendali multivariat. Terdapat dua jenis peta kendali yang digunakan untuk mengontrol kualitas dimana karaktersik kualitasnya multivariat yaitu pertama mengontrol varian proses dan kedua mengontrol *mean* proses. Diagram Kontrol *generalized variance* digunakan untuk mengontrol varians dari proses. Variabilitas proses digambarkan dari matriks varian kovarian Σ berukuran $p \times p$ dimana elemen diagonal utama adalah varians dan elemen yang lain adalah kovarians (Montgomery, 2013).

Metode yang digunakan untuk mengontrol variabilitas proses adalah peta kendali *generalized variance* ($|S|$) dimana determinan dari sampel varian kovarian matriks secara luas digunakan untuk mengukur penyebaran multivariat. Aproksimasi

asimtotik normal digunakan untuk mengembangkan diagram kontrol untuk $|\mathbf{S}|$, sehingga dalam menaksir *mean* dan varians dari $|\mathbf{S}|$ adalah sebagai berikut (Montgomery, 2013).

$$E(|\mathbf{S}|) = b_1 |\Sigma| \quad (2.1)$$

$$\text{Var}(|\mathbf{S}|) = b_2 |\Sigma|^2 \quad (2.2)$$

dimana

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i) \quad (2.3)$$

dan

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[\prod_{i=1}^p (n-i+2) - \prod_{i=1}^p (n-i) \right] \quad (2.4)$$

Sehingga batas kendali untuk $(|\mathbf{S}|)$ adalah sebagai berikut.

$$BKA = |\Sigma| (b_1 + \sqrt{3b_2}) \quad (2.5)$$

$$\text{Garis Tengah} = GT = b_1 |\Sigma| \quad (2.6)$$

$$BKB = |\Sigma| (b_1 - \sqrt{3b_2}) \quad (2.7)$$

2.2 Peta Kendali T^2 Hotelling

Peta kendali T^2 Hotelling adalah suatu diagram yang digunakan untuk mengetahui apakah *mean* proses produksi terkendali secara statistik atau tidak dimana terdapat dua atau lebih karakteristik kualitas yang saling berhubungan. Karakteristik kualitasnya terdiri dari p variabel, yaitu $X_1, X_2, \dots, X_p$. Diagram kontrol T^2 Hotelling mempunyai subgrup berukuran m , dimana ukuran tiap-tiap subgrup adalah n dan p adalah jumlah karakteristik kualitas yang diamati pada tiap-tiap sampel (Montgomery, 2013). Untuk mencari rata-rata sampel dan varian adalah sebagai berikut.

$$\bar{x}_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ijk} \quad \text{dimana} \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, p \\ k = 1, 2, \dots, m \end{matrix} \quad (2.8)$$

$$s^2_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{jk})^2 \text{ dimana } \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,p \\ k=1,2,\dots,m \end{matrix} \quad (2.9)$$

Dimana x_{ijk} adalah sampel ke- i pada karakteristik kualitas ke- j dan pada subgroup ke- k . Kovarians diantara karakteristik kualitas ke- j dan karakteristik kualitas ke- h ($h=1,2,\dots,p$) pada subgroup ke- k adalah

$$s_{jhk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{jk})(x_{ihk} - \bar{x}_{hk}) \quad \left\{ \begin{matrix} k=1,2,\dots,m \\ j \neq h \end{matrix} \right\} \quad (2.10)$$

Matriks kovarian yang dilambangkan dengan S ditunjukkan sebagai berikut.

$$S = \begin{bmatrix} S_1^2 & S_{12} & \cdots & \cdots & S_{1p} \\ & S_2^2 & \cdots & \cdots & S_{2p} \\ & & \cdots & \cdots & S_{3p} \\ & & & \ddots & \vdots \\ & & & & S_p^2 \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

Dimana :

$\bar{s}_1^2$: Varians karakteristik kualitas ke-1

$\bar{s}_{12}$: Kovarian karakteristik kualitas ke-1 dan ke-2

$\bar{s}_p^2$: Varians karakteristik kualitas ke-1 sampai ke- p

Adapun nilai diagram kontrol T^2 Hotelling adalah sebagai

$$\text{berikut. } T_k^2 = n(\bar{x}_{\cdot jk} - \bar{\bar{x}}_{\cdot j})' S^{-1} (\bar{x}_{\cdot jk} - \bar{\bar{x}}_{\cdot j}) \quad (2.13)$$

Dimana :

$\bar{x}_{\cdot j}$: Nilai rata-rata karekteristik kualitas setiap subgroup

$\bar{\bar{x}}_{\cdot j}$: Jumlah nilai rata-rata semua subgroup

Terhadap dua tahap yang berbeda pada penggunaan peta kendali T^2 Hotelling yaitu tahap I dan II, dimana tujuan utama pada tahap I adalah untuk mendapatkan pengamatan yang berada dalam batas kendali, sehingga batas kendali dapat digunakan untuk tahap II yang merupakan pengontrolan produksi di masa depan. Maka batas kontrol fase I seperti di bawah ini.

$$BKA = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.14)$$

$$BKB = 0$$

Batas kendali peta T^2 Hotelling pada tahap II berdasarkan tahap I ditunjukkan pada Persamaan 2.15.

$$BKA = \frac{p(m+1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.15)$$

$$BKB = 0$$

Dimana :

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

p = banyaknya karakteristik kualitas

m = jumlah subgrup

n = jumlah sampel setiap subgrup

Nilai $F_{\alpha; p; mn-m-p+1}$ merupakan nilai yang didapatkan dari tabel

distribusi F dengan α ditetapkan oleh peneliti dan derajat bebas p , $mn-m-p+1$. Struktur data pada Tabel 2.1.

Keterangan

i = ukuran subgrup ; i = 1,2,...,n

j = karakteristik kualitas ; j = 1,2,...,p

k = jumlah subgrup ; k = 1,2,...,m

Tabel 2.1 Struktur Data Peta Kendali T^2 Hotelling

Subgrup (k)	Sampel tiap subgrup (i)	Karakteristik Kualitas (j)				
		x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{ip}
1	1	x_{111}	...	x_{1j1}	...	x_{1p1}
	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$
	I	x_{i11}	...	x_{ij1}	...	x_{ip1}
	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$
	N	x_{n11}	...	x_{nj1}	...	x_{np1}
	$\bar{X}_1$	$\bar{x}_{.11}$	...	$\bar{x}_{.j1}$	...	$\bar{x}_{.p1}$
	S_1^2	$s_{.11}^2$	...	$s_{.j1}^2$	...	$s_{.p1}^2$

⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
K	1	X_{11k}	...	X_{1jk}	...	X_{1pk}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	I	X_{i1k}	...	X_{ijk}	...	X_{ipk}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	N	X_{n1k}	...	X_{njk}	...	X_{npk}
	$\bar{X}_k$	$\bar{x}_{.1k}$	...	$\bar{x}_{.jk}$	...	$\bar{x}_{.pk}$
	S_k^2	$S_{.1k}^2$	...	$S_{.jk}^2$	...	$S_{.pk}^2$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
M	1	X_{11m}	...	X_{1jm}	...	X_{1pm}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	I	X_{i1m}	...	X_{ijm}	...	X_{ipm}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	N	X_{n1m}	...	X_{njm}	...	X_{npm}
	$\bar{X}_m$	$\bar{x}_{.1m}$	...	$\bar{x}_{.jm}$	...	$\bar{x}_{.pm}$
	S_m^2	$S_{.1m}^2$	...	$S_{.jm}^2$	...	$S_{.pm}^2$
Rata-rata Keseluruhan		$\bar{\bar{x}}_{.1.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.j.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.p.}$
Varians Keseluruhan		$S_{.1.}^2$	...	$S_{.j.}^2$	...	$S_{.p.}^2$

2.3 Dependensi Variabel

Pengamatan dengan p variabel, yaitu vektor $X_1, X_2, \dots, X_p$ dikatakan independen jika matriks korelasi antar variabel sama dengan matriks identitas (Morrison, 1990). Untuk mengetahui apakah variabel-variabel saling independen maka digunakan metode *Barlett's Test* dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Karakteristik kualitas saling independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Karakteristik kualitas saling dependen)

Statistik Uji *Chi square* :

$$\chi^2_{hitung} = - \left[n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}| \quad (2.16)$$

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

$$r_{x_j, x_{j'}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (x_{ijk} - \bar{x}_j)(x_{ijk} - \bar{x}_{j'})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (x_{ijk} - \bar{x}_j)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (x_{ijk} - \bar{x}_{j'})^2}}$$

Keterangan :

n : Jumlah observasi

p : Banyaknya karakteristik kualitas

$\mathbf{R}$: Matrik korelasi dari masing-masing variabel

$|\mathbf{R}|$: Determinan matrik korelasi

Jika digunakan taraf signifikan sebesar α maka tolak H_0 apabila $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{\alpha, p(p-1)/2}^2$ atau $P\text{-value} < \alpha = 0,05$ (Walpole, 2012).

2.4 Pengujian Distribusi Normal Multivariat

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

Untuk mengetahui apakah suatu variabel random X berdistribusi normal multivariat dapat dilakukan dengan dua cara yaitu

1. Pemeriksaan Menggunakan *Chi-square Plot*

Distribusi normal multivariat adalah pengembangan dari bentuk distribusi normal univariat dengan jumlah variabel lebih dari satu. Distribusi ini digunakan pada data yang saling berhubungan (dependen). Apabila terdapat sejumlah p variabel yang dinyatakan dalam bentuk vektor acak $\mathbf{X}' = \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p\}$ yang mengikuti distribusi normal multivariat dengan fungsi densitas sebagai berikut (Johnson & Whicern, 2007).

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}[(\mathbf{x}-\mu)'\Sigma^{-1}(\mathbf{x}-\mu)]} \quad (2.17)$$

a. Menghitung nilai $\mathbf{d}_{ij}^2$ dimana

$$\mathbf{d}_{ij}^2 = (\mathbf{X}_{ijk} - \bar{\mathbf{X}}_j)' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X}_{ijk} - \bar{\mathbf{X}}_j) \quad i=1,2,\dots,n \quad (2.18)$$

dimana

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} s_{11}^2 & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ & s_{22}^2 & \cdots & s_{2p} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & s_{pp}^2 \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

$$s_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j)(\mathbf{x}_{ik} - \bar{\mathbf{x}}_k) \quad (2.20)$$

$$s_{jj}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j)^2 \quad (2.21)$$

Keterangan :

$\bar{\mathbf{x}}_{ij}$ = Vektor pengamatan ke-i pada variabel ke-j

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

$\mathbf{S}^{-1}$ = Invers matriks varians kovarian $\mathbf{S}$

b. Mengurutkan nilai $\mathbf{d}_{ij}^2$ dari terkecil hingga terbesar

c. Menentukan nilai $\mathbf{q} = \chi_{(p, (n-j+0,5)/n)}$, $i=1,2,\dots,n$

d. Membuat Chi-Square plot antara $\mathbf{d}_{ij}^2$ dan $\mathbf{q}$ sehingga dikatakan berdistribusi normal multivariat jika $\mathbf{d}_{ij}^2$ mendekati garis linier.

2. Pemeriksaan proporsi

Untuk mengetahui apakah vektor $\mathbf{X}$ berdistribusi normal multivariat dengan cara melihat nilai $\mathbf{d}_{ij}^2 < \chi_{(p,\alpha)}$. Jika mendekati atau berada disekitar 50% maka sebaran data telah mengikuti distribusi normal multivariat.

2.5 Homogenitas Matriks Varian Kovarians

Homogenitas berarti bahwa varians dari eror bersifat konstan atau disebut juga identik. Pada uji homogenitas matriks varian kovarians digunakan untuk melihat homogenitas antar variabel. Uji homogenitas dapat menggunakan uji *Box's-M*. Pengujian menggunakan *Box's-M* merupakan pengujian homogenitas secara multivariat dengan hipotesis sebagai berikut (Johnson dan Whincern, 2007).

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \Sigma_i \neq \Sigma_g, \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, g$$

Statistik Uji :

$$C = (1-u)M \quad (2.22)$$

Dimana:

$$u = \left[\sum_{k=1}^m \frac{1}{(n_k - 1)} - \frac{1}{\sum_{k=1}^m (n_k - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right] \quad (2.23)$$

$$M = \left[\sum_{k=1}^m (n_k - 1) \right] \ln |S_{pooled}| - \sum_{k=1}^m \sum_{k=1}^m [(n_k - 1) \ln |S_k|] \quad (2.24)$$

$$S_{pooled} = \frac{1}{\sum_{k=1}^m (n_k - 1)} \{ (n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_m - 1)S_m \} \quad (2.25)$$

Jika digunakan taraf signifikan sebesar α maka tolak H_0 apabila $C > \chi^2_{p(p+1)(g-1)/2; \alpha}$.

Dimana :

g = banyak subgrup

p = banyaknya variabel

S_k = matriks varians kovarians kelompok individu ke- k

n_k = jumlah pengamatan kelompok individu ke- k

2.6 Multivariat Analysis of Variance (MANOVA)

Multivariat Analysis of Variance (MANOVA) adalah teknik analisis yang digunakan untuk membandingkan rata-rata

dari dua populasi atau lebih dalam kasus multivariat random sampel yang diperoleh dari g populasi (Johnson & Wichern, 2007). Sebelum melakukan pengujian, terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi sebagai berikut.

1. $\mathbf{X}_{\ell 1}, \mathbf{X}_{\ell 2}, \dots, \mathbf{X}_{\ell n}$ adalah sampel acak dengan ukuran n_1 dari sebuah populasi dengan rata-rata μ_1 dimana $\ell = 1, 2, \dots, g$. Sampel acak berasal dari populasi berbeda yang saling independen.
 2. Mempunyai varians yang homogen
 3. Setiap populasi memiliki distribusi multivariat normal.
- Persamaan model MANOVA untuk vektor-vektor rata-rata g populasi ditunjukkan oleh Persamaan 2.26 sebagai berikut.

$$\mathbf{X}_{\ell j} = \mu + \boldsymbol{\tau}_1 + \mathbf{e}_{\ell j} \quad j = 1, 2, \dots, n_1 ; \quad i = 1, 2, \dots, g \quad (2.26)$$

Dimana :

μ = nilai matriks rata-rata

$\boldsymbol{\tau}_i$ = hasil dari pengaruh perlakuan dengan $\sum_{l=1}^g n_l \boldsymbol{\tau}_l = 0$

$\mathbf{e}_{ij}$ = variabel berdistribusi normal independen

Susunan tabel MANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. MANOVA

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Matriks Jumlah Kuadrat
Perlakuan	$g - 1$	$B = \sum_{l=1}^g n_l (\bar{\mathbf{x}}_l - \bar{\bar{\mathbf{x}}})(\bar{\mathbf{x}}_l - \bar{\bar{\mathbf{x}}})'$
Residual	$\sum_{i=1}^g n_i - g$	$W = \sum_{l=1}^g \sum_{t=1}^{n_l} (\bar{\mathbf{x}}_{lt} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_l)(\bar{\mathbf{x}}_{lt} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_l)'$
Total	$\sum_{i=1}^g n_i - 1$	$B + W = \sum_{l=1}^g \sum_{t=1}^{n_l} (\bar{\mathbf{x}}_{lt} - \bar{\bar{\mathbf{x}}})(\bar{\mathbf{x}}_{lt} - \bar{\bar{\mathbf{x}}})'$

Dimana :

g = perlakuan

W = matrik *sum square of residual*

B = matrik *sum square of treatment*

n_i = banyaknya baris pada masing-masing pengamatan

Setelah menyusun tabel MANOVA, maka selanjutnya menghitung nilai *Wilks' Lambda* dan menguji hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_i = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu pasang } \tau_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, g$$

Statistik uji yang dapat digunakan untuk membuat keputusan adalah sebagai berikut.

$$\Lambda^* = \frac{|\mathbf{W}|}{|\mathbf{B} + \mathbf{W}|} \quad (2.27)$$

Jika sudah diperoleh nilai *wilks' Lambda* maka menghitung nilai F_{hitung} berdasarkan distribusi *wilks' Lambda* sebagai berikut. Jika menggunakan taraf signifikan sebesar α maka tolak H_0 apabila $p_{\text{value}} < \alpha$ atau $F_{\text{hitung}} > F_{(\alpha; df1; df2)}$.

Tabel 2.3 Distribusi *Wilks' Lambda*

Jumlah Variabel	Jumlah Grup	Distribusi Sampling untuk Data Multivariat Normal
$p = 1$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum_{i=1}^g n_i - g}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \sim F_{g-1, \sum_{i=1}^g n_i - g}$
$p = 2$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum_{i=1}^g n_i - g - 1}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*} \right) \sim F_{2(g-1), 2 \left(\sum_{i=1}^g n_i - g - 1 \right)}$
$p \geq 1$	$g = 2$	$\left(\frac{\sum_{i=1}^g n_i - p - 1}{p} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \sim F_{p, \sum_{i=1}^g n_i - p - 1}$
$p \geq 1$	$g = 3$	$\left(\frac{\sum_{i=1}^g n_i - p - 2}{p} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*} \right) \sim F_{2p, 2 \left(\sum_{i=1}^g n_i - p - 2 \right)}$

2.7 Indeks Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menaksir kemampuan yang merupakan bagian penting

dalam peningkatan kualitas. Apabila peta kendali telah terkendali dan asumsi telah terpenuhi, maka analisis kapabilitas proses dapat dilakukan dengan menentukan indeks kapabilitas proses (Kotz & Johnson, 1993). Indeks kapabilitas proses dilihat dari nilai C_p yang diperoleh dengan keterangan sebagai berikut.

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

Nilai dari indeks kapabilitas proses (C_p) secara multivariat dapat diperoleh dari Persamaan 2.28 berikut.

$$C_p = \frac{K}{\chi^2_{\alpha,p}} \left[\frac{(m-1)p}{H} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.28)$$

keterangan :

m = jumlah pengamatan yang telah terkendali

p = jumlah karakteristik kualitas

Dimana :

$$H = \sum_{i=1}^m (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{A}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}) \quad (2.29)$$

$$\mathbf{A}^{-1} = (\mathbf{x}'_{ij} \mathbf{x}_{ij})^{-1} \quad (2.30)$$

$$\mathbf{K}^2 = (\bar{\mathbf{x}}_{ij} - \xi_j)' \mathbf{V}_0^{-1} (\bar{\mathbf{x}}_{ij} - \xi_j) \quad (2.31)$$

$$\xi = \frac{1}{2} (BSA + BSB) \quad (2.32)$$

2.8 Diagram Sebab-Akibat

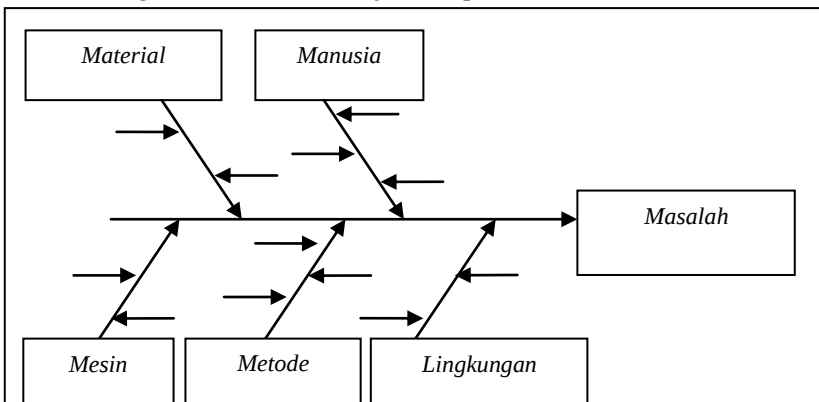
Diagram sebab akibat merupakan salah satu dari tujuh alat dalam pengendalian kualitas statistika yang mempunyai nama lain diagram *Ishikawa* atau tulang ikan. Diagram ini digunakan untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang dapat mempengaruhi kualitas suatu produk. Pada umumnya di dalam proses produksi terdapat lima hal penyebab terjadinya masalah yaitu manusia, material, metode, mesin, dan lingkungan. Dalam pembuatan diagram ishikawa, akibat dituliskan sebagai moncong kepala sedangkan tulang ikan di isi oleh sebab – sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya.

Manfaat dari diagram *ishikawa* adalah dapat mengidentifikasi sebab terjadinya masalah dan membantu mengantisipasi timbulnya suatu masalah (Montgomery, 2013).

Langkah-langkah dalam membuat diagram sebab akibat adalah sebagai berikut.

1. Menentukan masalah atau akibat yang dianggap kritis dan penting kemudian meletakkan pada bagian kepala ikan.
2. Menentukan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya masalah atau akibat kritis tersebut.
3. Menuliskan faktor-faktor penyebab utama yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai tulang besar. Kategori-kategori penyebab utama dapat dikembangkan ke dalam pengelompokan dari faktor-faktor yaitu manusia, material, metode, mesin, dan lingkungan.
4. Menuliskan penyebab-penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab utama yang dinyatakan sebagai tulang sedang.

Contoh diagram *ishikawa* ditunjukkan pada Gambar 2.1

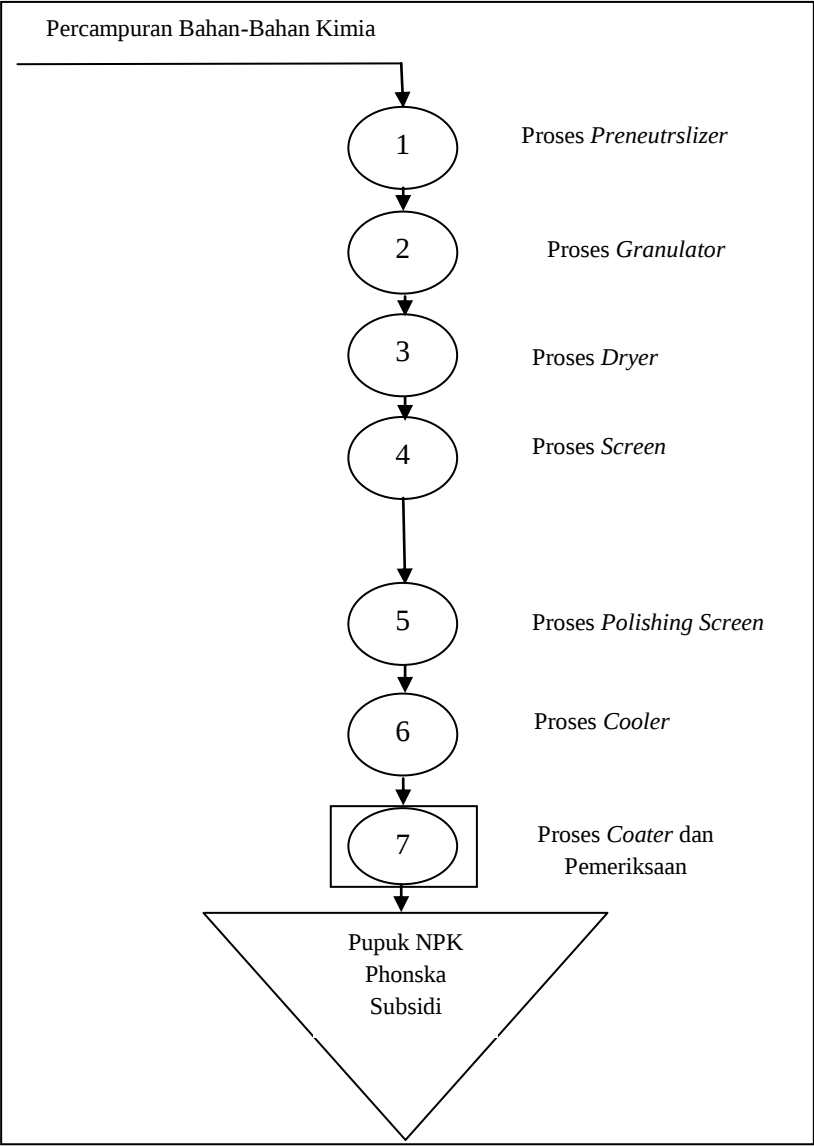


Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat

2.9 Pupuk NPK Phonska subsidi

Pupuk NPK adalah termasuk jenis pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur hara yaitu N P dan K. NPK adalah kepanjangan dari N untuk Nitrogen, P untuk Phosfat dan K untuk Kalium. komposisi yang di miliki NPK Phonska adalah 15:15:15.

Pupuk NPK menjadi pilihan alternatif para petani karena kandungan hara yang ada di dalamnya rata-rata telah sesuai dengan kebutuhan hara tanaman di wilayah Indonesia. Selain itu dengan pupuk majemuk NPK para petani tidak repot mencampur beberapa jenis pupuk sebelum melakukan pemupukan. Meski pupuk NPK mengandung hara yang cukup dengan komposisinya, namun para petani terkadang memiliki dosis yang berbeda dengan komposisi yang telah disediakan oleh para produsen pupuk, sehingga pupuk tunggal masih sangat diperlukan keberadaannya. Memang tidak semua wilayah bisa diukupi dengan komposisi NPK yang telah disediakan, karena banyaknya metode pola tanam yang membutuhkan dosis dan komposisi pupuk yang berbeda seperti perbedaan lahan, varietas, jarak tanam (Petrokimia, 2018). Proses produksi pada pembuatan pupuk NPK Phonska subsidi adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2 Proses Produksi

Proses produksi pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi dimulai pada proses

1. *Preneutralizer* yaitu percampuran bahan kimia ke dalam tangki reaktor dalam bentuk cairan seperti lumpur (*slurry*) dimana pada saat percampuran dari bahan tersebut kandungan dan komposisinya harus sesuai dengan batas spesifikasi yang telah ditetapkan.
2. *Proses granulator* yang merupakan proses pembentukan cairan menjadi bentuk gumpalan granul.
3. Kemudian dikeringkan menggunakan *furnace* di *Proses Dryer* dalam bentuk gas asam /solar (mengukapkan air dalam pupuk sehingga kadar air sesuai dengan batas spesifikasi yaitu 1,5% kadar air).
4. *Proses Screen* yaitu proses pemilahan untuk mencari produk yang sesuai atau ukuran granul yang sesuai, dibawah 2 mL *diryscycle* tetapi jika *over size* di atas 4 mL *dicrusher* agar bisa bercampur dengan *unde size* lainnya.
5. Setelah itu menuju pada proses *polishing screen* yaitu memisahkan *undersize* yang masih terikut sehingga didapatkan butiran butiran yang benar benar sesuai.
6. Tahap selanjutnya pada proses *cooler* yaitu proses pendinginan mengatur *temperatur* suhu, semakin rendah *temperatur* semakin baik kualitas.
7. Dan tahap terakhir pada proses *coater* yaitu meminimalkan ukuran serta dilakukan pemeriksaan kandungan pupuk dan menghasilkan produk pupuk NPK Phonska subsidi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian mengenai karakteristik kualitas produk pupuk NPK Phonska subsidi di PT. Petrokimia Gresik sebanyak 3 variabel adalah :

- (X₁) Nitrogen (N) 15% bermanfaat dalam kelangsungan perkembangan dan juga pertumbuhan tanaman yang berfungsi membantu pertumbuhan vegetatif terutama daun. Apabila tanaman kekurangan nitrogen maka pertumbuhannya akan melambat dan membuat tanaman tumbuh kerdil. Tetapi jika kelebihan nitrogen akan mengurangi kualitas tanaman. Oleh karena itu pemberian nitrogen harus seimbang.
- (X₂) Fosfat (P₂O₅) 15% bermanfaat demi kelangsungan hidup tanaman membantu pertumbuhan akar dan tunas dan membantu proses fotosintesis tanaman, menyerap energy dan mencegah pembesaran sel. Tidak hanya pertumbuhan tanaman kandungan Fosfat juga dapat membantu peningkatan kualitas hasil tanaman. Jika tanaman kekurangan Fosfat maka tanaman tersebut akan tumbuh tidak sempurna.
- (X₃) Kalium (K₂O) 15% bermanfaat sebagai aktivator enzim yang terlibat dalam proses metabolisme tanaman dalam proses fotosintesis dan membantu proses sintesis protein dan juga memecah karbohidrat. Dengan kurangnya kalium maka tanaman akan kekurangan energy sehingga akan menurunkan jumlah panen (Petrokimia, 2018).

Dari ketiga variabel tersebut dilihat dari ikatan senyawa kimianya saling berhubungan satu sama lain dalam pembuatan pupuk NPK Phonska subsidi dan bahan tersebut merupakan syarat mutu pembuatan. Jika kadar dari kalium semakin tinggi dapat menyebabkan Fosfat dan Nitrogen semakin tinggi pula sehingga dapat melebihi batas spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan yang sudah mengacu pada Standar Nasional

Indonesia (SNI), Jika kualitas komposisi pada pupuk tidak sesuai maka kandungan pupuk tidak stabil akan menyebabkan tanaman tidak bisa berkembang dengan baik pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal sehingga hasil panen akan turun atau bahkan gagal panen. Adapun batas spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Batas Spesifikasi Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Batas Spesifikasi	Satuan
X_1	Nitrogen	Min : 13,8. Max : 16,2	%
X_2	Phosfat	Min : 13,8. Max : 16,2	%
X_3	Kalium	Min : 13,8. Max : 16,2	%

Proses produksi dilakukan terus menerus setiap hari sehingga subgrup dari variabel penelitian ini adalah hari, sedangkan ukuran subgrupnya yaitu Pemeriksaan kandungan yang diambil setiap 4 jam sekali selama 1 hari. Dengan ditunjukkan pada tabel 3.2 adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Ukuran Subgrup

Pemeriksaan	Waktu
Pemeriksaan ke 1	00.00
Pemeriksaan ke 2	04.00
Pemeriksaan ke 3	08.00
Pemeriksaan ke 4	12.00
Pemeriksaan ke 5	16.00
Pemeriksaan ke 6	20.00

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder hasil produksi yang diambil dari PT. Petrokimia Gresik di bagian Departemen Produksi (Candal) yaitu produk pupuk NPK Phonska subsidi dengan karakteristik kualitas yang diukur adalah Nitrogen, Phosfat, dan Kalium. Bukti perizinan penelitian dapat dilihat di Lampiran 17. Subgrup yang digunakan adalah hari. Pengambilan sampel yang dilakukan setiap 4 jam sekali. Pada fase I diambil pada bulan Januari 2018 yang terdapat 29 hari dan pada fase II diambil pada bulan Februari 2018 yang terdapat 25 hari. Surat keaslian data dapat dilihat pada Lampiran 18. Struktur data pada penelitian ini dapat

dilihat pada. Adapun struktur data pada penelitian ini sesuai pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Struktur Data Penelitian

Hari ke - (<i>k</i>)	Pemeriksaan ke- (<i>i</i>)	Karakteristik Kualitas (<i>j</i>)		
		Nitrogen (x_1)	Phosfat (x_2)	Kalium (x_3)
1	1	X_{111}	X_{121}	X_{131}
	2	X_{211}	X_{221}	X_{231}
	3	X_{311}	X_{321}	X_{331}
	4	X_{411}	X_{421}	X_{431}
	5	X_{511}	X_{521}	X_{531}
	6	X_{611}	X_{621}	X_{631}
:	:	:	:	:
k	1	X_{11k}	X_{12k}	X_{13k}
	2	X_{21k}	X_{22k}	X_{23k}
	3	X_{31k}	X_{32k}	X_{33k}
	4	X_{41k}	X_{42k}	X_{43k}
	5	X_{51k}	X_{52k}	X_{53k}
	6	X_{61k}	X_{62k}	X_{63k}
:	:	:	:	:
29	1	X_{1129}	X_{1229}	X_{1329}
	2	X_{2129}	X_{2229}	X_{2329}
	3	X_{3129}	X_{3229}	X_{3329}
	4	X_{4129}	X_{4229}	X_{4329}
	5	X_{5129}	X_{5229}	X_{5329}
	6	X_{6129}	X_{6229}	X_{6329}

Keterangan :

k = Hari

i = Frekuensi Pemeriksaan dilakukan sebanyak 6 kali.

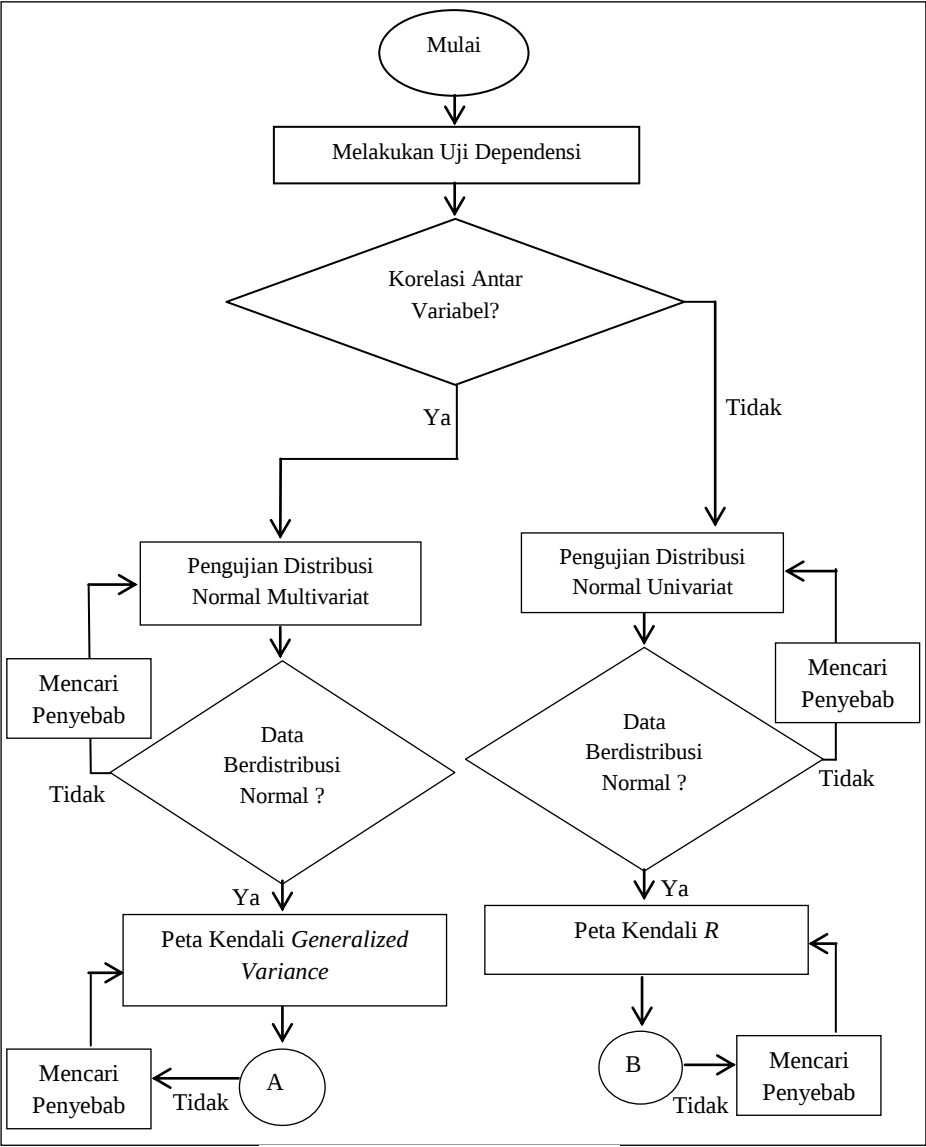
J = Banyak karakteristik kualitas yaitu Nitrogen, Phosfat, dan Kalium

x_{ijk} = nilai Pemeriksaan ke- i , karakteristik kualitas ke- j , dan hari ke- k

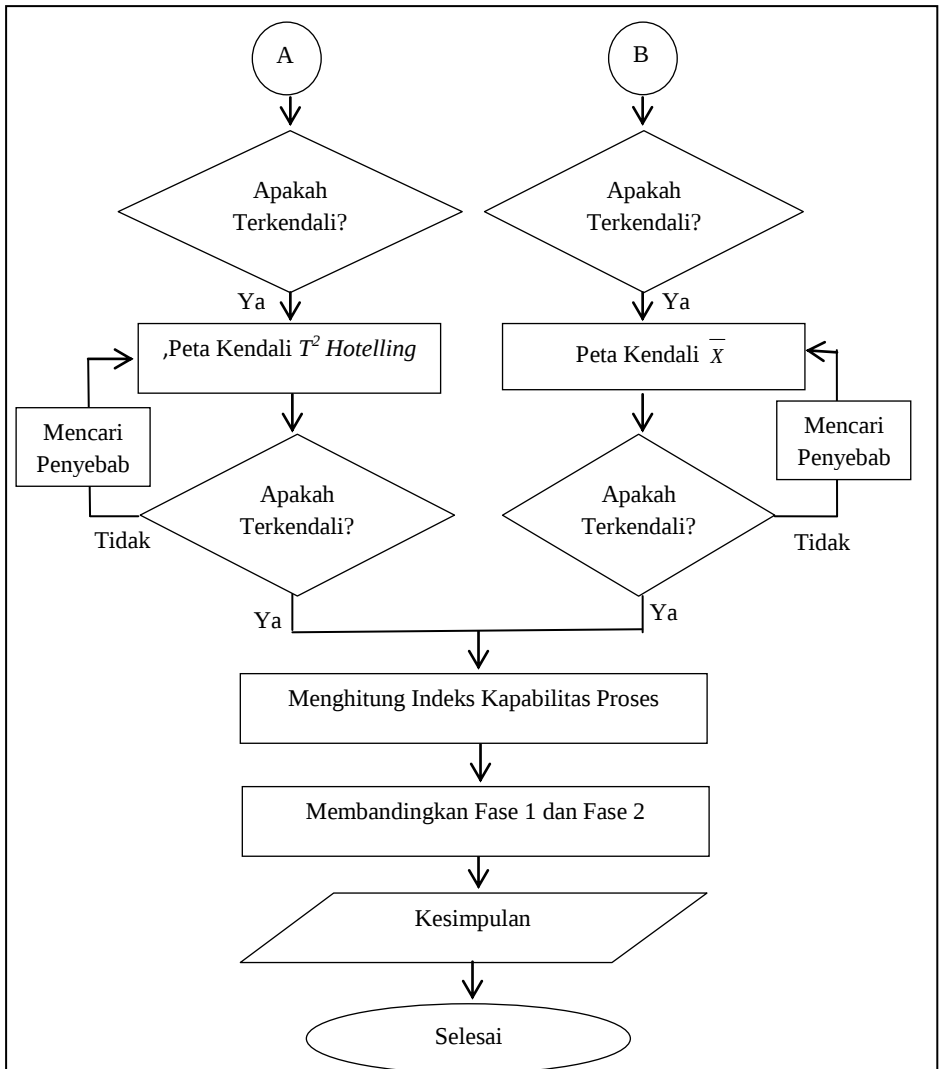
3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pengujian dependensi untuk mengetahui apakah variabel Nitrogen, Fosfat, dan Kalium saling berhubungan atau tidak, jika tidak dependen maka dilanjutkan pada peta kendali univariat.
2. Melakukan uji asumsi yaitu dependensi antar variabel dan distribusi normal multivariat untuk mengetahui apakah variabel sudah berdistribusi normal atau tidak, jika tidak maka akan digunakan transformasi *box-cox*.
3. Melakukan uji kesamaan matrik kovarian untuk mengetahui apakah varian kovarian telah homogen atau tidak.
4. Apabila asumsi telah terpenuhi selanjutnya akan dilanjutkan dengan analisis menggunakan peta kendali *generalized variance* untuk mengetahui variabilitas proses, jika tidak terkendali maka akan dicari penyebabnya dengan menghilangkan yang *out of control* kemudian akan membuat peta kendali *generalized variance* yang baru.
5. Jika analisis pada peta kendali *Generalized Variance* telah terkendali maka dilanjutkan analisis menggunakan peta kendali T^2 *Hotteling* untuk mengetahui *mean* proses, jika tidak terkendali maka akan dicari penyebabnya dengan menghilangkan yang *out of control* kemudian akan membuat peta kendali T^2 *Hotteling* yang baru.
6. Membuat diagram *Ishikawa* untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab masalah berdasarkan plot-plot yang keluar dari batas kendali atas maupun batas kendali bawah.
7. Menghitung indeks kapabilitas proses
8. Menarik kesimpulan dari penelitian dan memberikan saran berdasarkan hasil analisis. Langkah analisis dapat dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Lanjutan

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas mengenai pengendalian kualitas pada kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi pada Bulan Januari 2018 sebagai fase 1, dan bulan Februari sebagai Fase 2 yang terdapat pada lampiran 1 dan lampiran 2, peta kendali yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kendali *Generalized Variance* dan peta kendali T^2 *Hotteling*, setelah terkendali akan dilanjut dengan perhitungan indeks kapabilitas proses dan mencari penyebab menggunakan diagram sebab akibat.

4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas

Deskripsi karakteristik kualitas dilakukan untuk mengetahui karakteristik data pada variabel NPK pada data proses produksi pupuk NPK Phonska Subsidi Bulan Januari-Februari tahun 2017 di PT. Petrokimia Gresik.

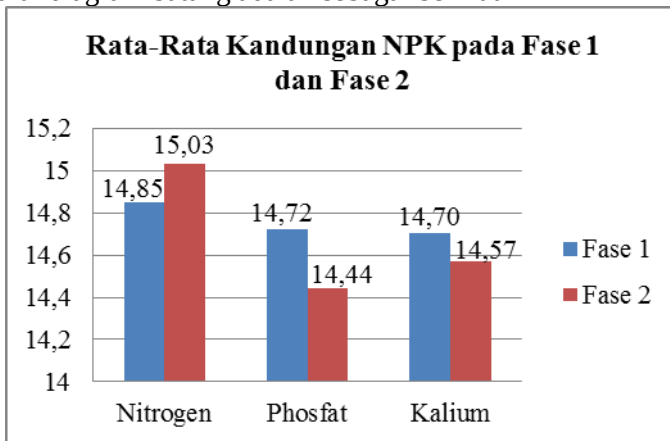
Tabel 4.1 Deskripsi Kualitas Produksi NPK Phonska Subsidi

Waktu	Variabel	Rata-Rata*	Varians*	Min*	Maks*	Spesifikasi	
						Min*	Max*
Fase 1	Nitrogen	14,8	0,225	13,7	16	13,80	16,20
	Phosfat	14,7	0,705	12,5	18	13,80	16,20
	Kalium	14,7	0,957	11,9	17,8	13,80	16,20
Fase 2	Nitrogen	15,0	0,322	13	17	13,80	16,20
	Phosfat	14,4	0,566	12,3	16,4	13,80	16,20
	Kalium	14,5	0,934	10,1	17,5	13,80	16,20

*Satuan dalam %

Tabel 4.1 menunjukkan secara visual pada karakteristik kualitas yang didapatkan dari data Lampiran 1 dan Lampiran 2 dan hasil dalam lampiran 3, kandungan Nitrogen dalam fase 1 dan fase 2 memiliki nilai minimal kurang dari batas spesifikasi, nilai maksimal dalam fase 1 berada pada batas spesifikasi tetapi fase 2 lebih dari batas spesifikasi dan untuk rata-rata kandungan Nitrogen dari fase 1 maupun fase 2 telah berada pada batas

spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Pada karakteristik kualitas kandungan Fosfat dalam fase 1 dan fase 2 memiliki nilai minimal kurang dari batas spesifikasi, nilai maksimal dalam fase 1 dan fase 2 lebih dari batas spesifikasi dan untuk rata-rata kandungan Fosfat dari fase 1 maupun fase 2 telah berada pada batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Sedangkan pada karakteristik kualitas kandungan Kalium dalam fase 1 dan fase 2 memiliki nilai minimal kurang dari batas spesifikasi, nilai maksimal dalam fase 1 dan fase 2 lebih dari batas spesifikasi dan untuk rata-rata kandungan Kalium dari fase 1 maupun fase 2 telah berada pada batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Secara visual rata-rata dari kandungan NPK phonska Subsidi fase 1 dan fase 2 dapat dilihat melalui diagram batang adalah sebagai berikut



Gambar 4.1 Diagram Batang Rata-Rata Kandungan NPK pada Fase 1 dan Fase 2

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada rata-rata kandungan Nitrogen pada NPK Phoska Subsidi fase 1 adalah 14,85 dan fase 2 adalah 15,03 sehingga mengalami kenaikan dari fase 1 dan fase 2. Rata-rata kandungan Fosfat pada NPK Phoska Subsidi fase 1 adalah 14,72 dan fase 2 adalah 14,44 dapat dilihat dari gambar bahwa pada kandungan fase 1 ke fase 2 mengalami penurunan. Rata-rata kandungan Kalium pada NPK Phoska Subsidi fase 1

adalah 14,70 dan fase 2 adalah 14,57 sehingga mengalami penurunan.

4.2 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Fase 1

Sebelum melakukan analisis kapabilitas proses pada penelitian ini, syarat yang harus dipenuhi adalah proses telah terkendali secara statistik. Menganalisis data dengan peta kendali multivariat diperlukan beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu uji dependensi antar variabel dan uji distribusi multivariate normal pada data nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi produksi PT. Petrokimia Gresik fase 1 bulan Januari 2018 dengan hasil analisis sebagai berikut.

4.2.1 Pengujian Independensi Karakteristik Kualitas Fase 1

Pengujian independensi merupakan syarat dalam analisis peta kendali multivariat terhadap karakteristik kualitas dengan menggunakan metode KMO *Barlett's*. Karakteristik kualitas pada penelitian ini yaitu nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi saling berpengaruh, oleh karena itu digunakan uji independensi untuk mengetahui hubungan secara statistik antara tiga karakteristik kualitas nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) pada pupuk NPK di PT. Petrokimia Gresik bulan Januari 2018.

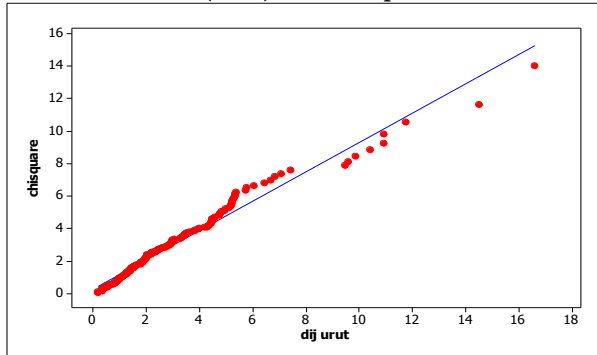
$H_0 : R=I$ (Tidak terdapat hubungan antara nitrogen, fosfat, dan kalium dalam pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi).

$H_1 : R \neq I$ (Terdapat hubungan antara nitrogen, fosfat, dan kalium dalam pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi).

Pengujian independensi dengan menggunakan taraf signifikan sebesar 5% dan statistik uji pada Persamaan (2.16) data yang ditunjukkan di Lampiran 1 maka diperoleh hasil seperti pada lampiran 4 menunjukkan bahwa nilai *Chi-Square* sebesar 60,276 lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;3)}$ sebesar 7,814, sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 yang memberikan kesimpulan bahwa terdapat hubungan (dependen) antara nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi di PT. Petrokimia Gresik bulan Januari 2018.

4.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal *Multivariate* Fase 1

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui apakah hasil pengamatan yang ditujukan di Lampiran 1 telah berdistribusi normal multivariat yaitu dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh serta Chi-square plot berdasarkan Persamaan (2.17) dan Lampiran 6.



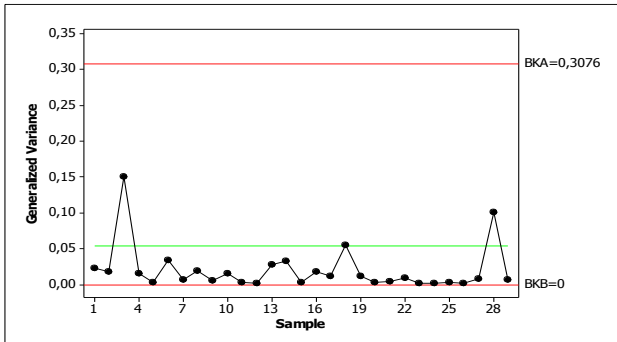
Gambar 4.2 Scatterplot Uji Multivariat Normal

Berdasarkan gambar 4.2 dapat disimpulkan secara visual bahwa *plotting* data telah mengikuti garis linier, sehingga data kandungan nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi PT. Petrokimia Gresik bulan Januari 2018 telah berdistribusi multivariat normal. Selain itu jika dilihat dengan menggunakan pemeriksaan proporsi nilai $\mathbf{d}_{jk}^2 \leq \chi^2$ didapatkan proporsi pada Lampiran 6 sebesar 0,54 atau setara dengan 54%. Dimana nilai tersebut mendekati 50% sehingga data nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi pada bulan Januari 2018 berdistribusi normal multivariat.

4.2.3 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 1

Peta kendali *Generalized Variance* merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengendalikan variabel proses dengan data yang digunakan pada bulan Januari 2018. Analisis dilakukan menggunakan data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi. Berikut merupakan hasil analisis pengendalian pada variabilitas nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam

kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi dengan menggunakan data pada Lampiran 1 peta kendali *Generalized Variance* fase 1 dapat dilihat pada Gambar 4.3 adalah sebagai berikut.

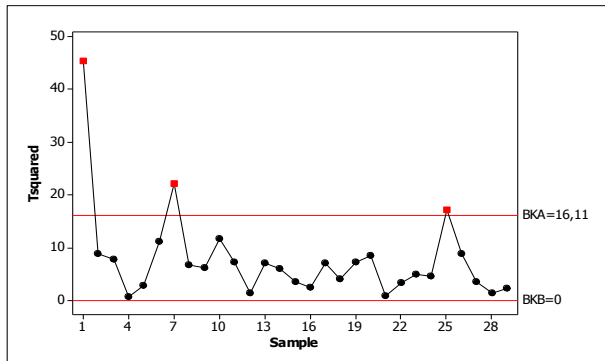


Gambar 4.3 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 1

Gambar 4.3 Diapat diketahui nilai batas kendali atas (BKA) yang didapatkan dari Persamaan (2.5) sebesar 0,3076 garis tengah (GT) dari Persamaan (2.6) dan batas kendali bawah (BKB) dari Persamaan (2.7) sebesar 0. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa varians nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Januari 2018 telah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu peta kendali T^2 *Hotelling* untuk melihat proses means pada data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi.

4.2.4 Peta Kendali T^2 *Hotelling* Fase 1

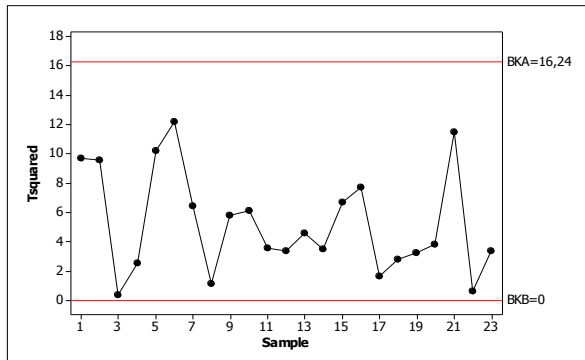
Setelah dilakukan pengendalian variabilitas proses yang telah terkendali secara statistik maka selanjutnya akan dilakukan pengendalian terhadap proses *mean* menggunakan peta kendali T^2 *Hotelling*. Hasil dari pengendalian proses *mean* menggunakan peta kendali T^2 *Hotelling* menggunakan data pada Lampiran 1 dapat diperoleh hasil dari Persamaan (2.13) dilihat pada Gambar 4.4 adalah sebagai berikut.



Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 1

Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas (BKA) sebesar 16,11 serta batas kendali bawah (BKB) sebesar 0 diperoleh dari hasil yang ditunjukkan pada Lampiran 9 bahwa terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) yaitu pada pengamatan ke 1,7 dan 25. Ketiga pengamatan tersebut keluar dari Batas Kendali Atas karena pada tanggal 1,7, dan 25 Januari 2018 ada beberapa bahan baku yang sudah menipis tetapi proses produksi masih terus berjalan sehingga kandungan komposisi kimia kurang sesuai. Setelah diketahui penyebab pengamatan yang keluar dari batas kendali atas maka pengamatan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa proses *means* pada data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Januari 2018 belum terkendali secara statistik. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan cara dihilangkan karena peneliti tidak bisa memperbaiki secara langsung pada proses produksi pupuk NPK subsidi tersebut agar dapat dilanjutkan ke perbaikan peta kendali T^2 Hotelling berikutnya.

Hasil perbaikan 1 Peta Kendali T^2 Hotelling bulan Januari 2018 berdasarkan data Lampiran 1 dan hasil pada lampiran 9 dapat dilihat pada gambar 4.5 adalah sebagai berikut.



Gambar 4.5 Perbaikan 1 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 1

Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas (BKA) sebesar 16,17 serta batas kendali bawah (BKB) sebesar 0 diperoleh dari hasil yang ditunjukkan pada Lampiran 10 bahwa tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Dapat ditarik kesimpulan bahwa *mean* proses pada data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Januari 2018 telah terkendali secara statistik. Sehingga dapat dilanjutkan ke fase berikutnya yaitu menghitung nilai kapabilitas proses.

4.2.5 Indeks Kapabilitas Proses Fase 1

Pengendalian kualitas data proses produksi pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Januari 2018 secara variabilitas proses dan *mean* proses telah terkendali, maka dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya. Analisis kapabilitas proses secara multivariat yang bertujuan untuk mengukur kemampuan proses fase I pada bulan Januari 2018 dengan menggunakan *Syntax* pada Lampiran 15 Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses kurang baik apabila nilai C_p kurang dari 1, sedangkan jika kemampuan proses dikatakan sesuai jika nilai C_p sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1 maka dapat dikatakan bahwa kemampuan proses sangat baik.

Hasil analisis indeks kapabilitas proses secara multivariat pada data produksi pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Januari 2018 ditunjukkan pada Lampiran 15 didapatkan nilai C_p sebesar

0,938560. Nilai C_p tersebut menunjukkan bahwa proses produksi selama bulan Januari 2018 tidak kapabel atau kemampuan proses tidak stabil. Selanjutnya akan dilanjutkan ke fase II yaitu untuk mengendalikan proses produksi pada Bulan Februari 2018.

4.3 Analisis Perbandingan Fase 1 dan Fase 2

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah Fase 1 dan Fase 2 berpengaruh terhadap kandungan nitrogen, fosfat dan kalium pada kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi, untuk mengetahui kondisi tersebut maka digunakan analisis menggunakan MANOVA *One Way* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar fase pada produksi pupuk NPK Phonska Subsidi di PT. Petrokimia Gresik. Sebelum melakukan pengujian MANOVA perlu dilakukan pengujian homogenitas. Uji Homogenitas merupakan asumsi yang harus dipenuhi pada Uji MANOVA *One Way*.

Pengujian Homogenitas dilakukan untuk mengetahui kehomogenan matriks varians kovarians terhadap Fase 1 dan Fase 2 proses produksi Pupuk NPK Phonska Subsidi di PT. Petrokimia Gresik

$H_0 : \sum_1 = \sum_2$ (Matriks varians kovarians Fase 1 dan Fase 2 homogen)

H_1 : Minimal ada satu matriks varians kovarians Fase tidak homogen

Berdasarkan hasil pengujian homogenitas didapatkan output pada Lampiran 14a. Menyimpulkan bahwa matriks varianskovarians Fase 1 dan Fase 2 pada proses produksi Pupuk NPK Phonska Subsidi telah homogen, karena nilai *Box's M* sebesar 6,589 pada Lampiran 8a lebih kecil dari $\chi^2_{(0,05;12)}$ sebesar 21,026 selain itu nilai *P-value* sebesar 0,368 lebih besar dari taraf signifikan α sebesar 0,05 oleh karena itu dapat dilanjutkan ke Uji MANOVA *One Way*.

Analisis MANOVA *One Way* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara Fase 1 dan Fase 2 pada kandungan Pupuk NPK Phonska Subsidi di PT. Petrokimia Gresik.

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = 0$ (Tidak terdapat perbedaan rata rata antara Fase 1 dan Fase 2 terhadap kandungan Pupuk NPK Phonska Subsidi)

$H_1 : \tau_i \neq 0$ (minimal ada satu rata rata fase terhadap kandungan Pupuk NPK Phonska Subsidi).

Pada Lampiran 14 menunjukkan hasil dari pengujian diperoleh nilai *wilk's lamda* sebesar 0,936 yang artinya jika nilai *wilk's lamda* semakin mendekati satu, maka perbedaan fase semakin tidak berpengaruh terhadap kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi. Nilai *p-value* yang diperoleh sebesar 0,000 lebih besar dari taraf signifikan alfa sebesar 5% sehingga dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang berarti tidak terdapat perbedaan antara perbedaan fase terhadap kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi. Dengan demikian batas kendali fase 1 dapat digunakan untuk batas kendali fase 2.

4.4 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Fase 2

Analisis pengendalian kualitas pada proses produksi fase 2 pada penelitian ini yaitu menggunakan data bulan Februari 2018. Sebelum melakukan analisis kapabilitas proses pada penelitian ini, syarat yang harus dipenuhi adalah proses telah terkendali secara statistik. Menganalisis data dengan peta kendali multivariat diperlukan beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu uji dependensi antar variabel dan uji distribusi multivariate normal pada data nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi produksi PT. Petrokimia Gresik fase 2 dengan hasil analisis sebagai berikut.

4.4.1 Pengujian Independensi Karakteristik Kualitas Fase 2

Pengujian independensi merupakan syarat dalam analisis peta kendali multivariat terhadap karakteristik kualitas dengan menggunakan metode KMO *Barlett's*. Karakteristik kualitas pada penelitian ini yaitu nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi. Untuk mengetahui hubungan secara statistik antara tiga

karakteristik kualitas tersebut, maka akan dilakukan uji independensi.

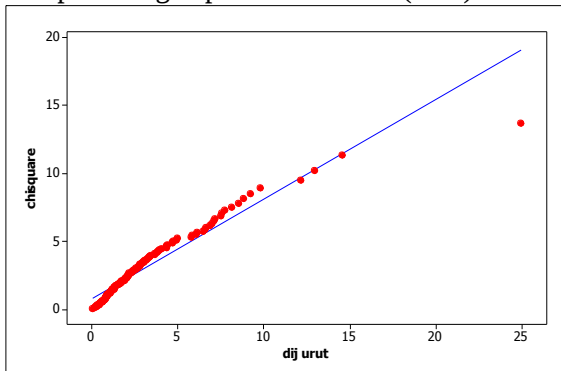
$H_0 : R=I$ (Tidak terdapat hubungan antara nitrogen, Fosfat, dan kalium dalam pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi).

$H_1 : R \neq I$ (Terdapat hubungan antara nitrogen, Fosfat, dan kalium dalam pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi).

Pengujian independensi dengan menggunakan taraf signifikan sebesar 5% dan statistik uji pada Persamaan (2.16) data yang ditunjukkan di Lampiran 2 maka diperoleh hasil seperti paa lampiran 5 menunjukkan bahwa nilai Chi-Square sebesar 77,249 lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,05;3)}$ sebesar 7,814, sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 yang memberikan kesimpulan bahwa terdapat hubungan (dependen) antara nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi di PT. Petrokimia Gresik bulan Februari 2018.

4.4.2 Pemeriksaan Distribusi Normal *Multivariate* fase 2

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui apakah hasil pengamatan yang ditujukan di Lampiran 2 telah berdistribusi normal multivariat yaitu dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh serta Chi-square plot berdasarkan perhitungan pada Persamaan (2.17) dan Lampiran 7



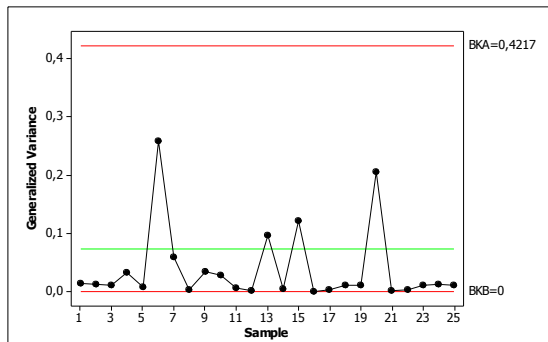
Gambar 4.6 Scatterplot Uji Multivariat Normal Fase 2

Gambar 4.6 dapat disimpulkan secara visual bahwa *plotting* data telah mengikuti garis linear, sehingga data

kandungan nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi PT. Petrokimia Gresik bulan Februari 2018 telah berdistribusi multivariat normal. Selain itu jika dilihat dengan menggunakan pemeriksaan proporsi nilai $d_{jk}^2 \leq \chi^2$ didapatkan proporsi pada Lampiran 7 sebesar 0,57 atau setrata dengan 57%. Dimana nilai tersebut mendekati 50% sehingga data nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi pada bulan Februari 2018 berdistribusi normal multivariat.

4.4.3 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 2

Peta kendali *Generalized Variance* merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengendalikan variabel proses dengan data yang digunakan pada bulan Februari 2018. Analisis dilakukan menggunakan data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi. Berikut merupakan hasil analisis pengendalian pada variabilitas nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi dengan menggunakan data pada Lampiran 2 dan hasil pada Lampiran 11 peta kendali *Generalized Variance* fase 2 dapat dilihat pada Gambar 4.7 adalah sebagai berikut.



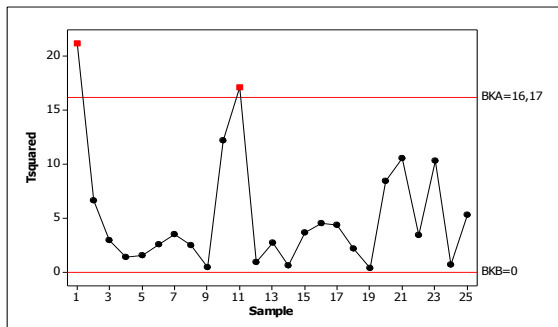
Gambar 4.7 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase 2

Gambar 4.7 Diapat diketahui nilai batas kendali atas (BKA) yang didapatkan dari Persamaan (2.5) sebesar 0,4217 garis tengah (GT) dari Persamaan (2.6) dan batas kendali bawah (BKB) dari Persamaan (2.7) sebesar 0. Hal tersebut dapat

disimpulkan bahwa varians nitrogen (N), fosfat (P) dan kalium (K) dalam kandungan pembuatan pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Februari 2018 telah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu peta kendali T² Hoelling untuk melihat proses means pada data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi.

4.4.4 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2

Setelah dilakukan pengendalian variabilitas proses yang telah terkendali secara statistik maka selanjutnya akan dilakukan pengendalian terhadap proses *mean* menggunakan peta kendali T^2 Hotelling. Hasil dari pengendalian proses *mean* menggunakan peta kendali T^2 Hotelling menggunakan Persamaan (2.13) data pada Lampiran 2 dapat dilihat pada Gambar 4.8 adalah sebagai berikut.

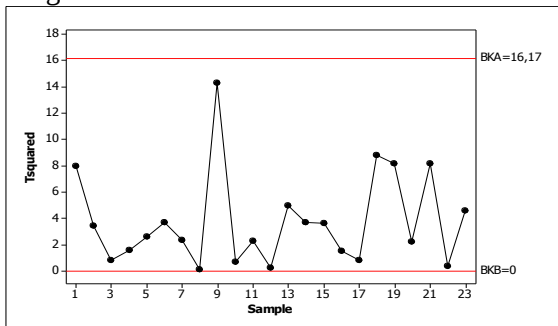


Gambar 4.8 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2

Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas (BKA) sebesar 16,19 serta batas kendali bawah (BKB) sebesar 0 diperoleh dari hasil yang ditunjukkan pada Lampiran 12 bahwa terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) yaitu pada pengamatan ke 1 dan 11. Kedua pengamatan tersebut keluar dari Batas Kendali Atas karena pada tanggal 1 dan 11 ada pergantian karyawan baru yang belum berpengalaman sehingga pengaturan komposisi kimia kurang sesuai. Setelah diketahui penyebab pengamatan yang keluar dari batas kendali atas maka pengamatan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa proses *means* pada data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi

bulan Februari 2018 belum terkendali secara statistik. Sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan cara dihilangkan karena peneliti tidak bisa memperbaiki secara langsung pada proses produksi pupuk NPK subsidi tersebut agar dapat dilanjutkan ke perbaikan peta kendali T^2 Hotelling berikutnya.

Hasil perbaikan Peta Kendali T^2 Hotelling bulan Februari 2018 berdasarkan data Lampiran 2 dapat dilihat pada gambat 4.9 adalah sebagai berikut.



Gambar 4.9 Perbaikan 1 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase 2

Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa nilai batas kendali atas (BKA) sebesar 16,24 serta batas kendali bawah (BKB) sebesar 0 diperoleh dari hasil yang ditunjukan pada Lampiran 13 bahwa tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Dapat ditarik kesimpulan bahwa proses *means* pada data kandungan pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Februari 2018 telah terkendali secara statistik. Sehingga dapat dilanjutkan ke fase berikutnya yaitu menghitung nilai kapabilitas proses.

4.4.5 Indeks Kapabilitas Fase 2

Pengendalian kualitas data proses produksi pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Februari 2018 secara variabilitas proses dan *mean* proses telah terkendali, maka dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya. Analisis kapabilitas proses secara multivariat yang bertujuan untuk mengukur kemampuan proses fase 2 pada bulan Februari 2018 dengan menggunakan *Syntax* pada Lampiran 16 Kemampuan proses dikatakan tidak kapabel atau kemampuan proses kurang baik apabila nilai C_p kurang dari 1, sedangkan jika

kemampuan proses dikatakan sesuai jika nilai C_p sama dengan 1, dan jika C_p lebih dari 1 maka dapat dikatakan bahwa kemampuan proses sangat baik.

Hasil analisis indeks kapabilitas proses secara multivariat pada data produksi pupuk NPK Phonska Subsidi bulan Februari 2018 ditunjukkan pada Lampiran 16 didapatkan nilai C_p sebesar 1,02112. Nilai C_p tersebut menunjukkan bahwa akurasi dari hasil produksi selama bulan Februari 2018 dapat dikatakan kemampuan proses yang sangat baik. Adapun perbandingan dari nilai indeks kapabilitas proses fase 1 dan fase 2 dapat dilihat pada tabel 4.4 adalah sebagai berikut.

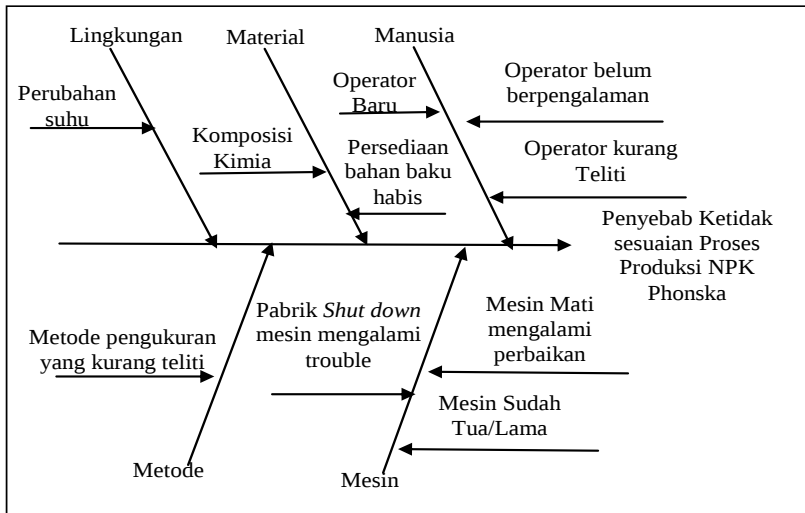
Tabel 4.2 Perbedaan Kapabilitas Proses Fase 1 dan Fase 2

	Fase 1	Fase 2
Indeks C_p	0,93856	1,02112

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai C_p dari fase 1 adalah 0,93856, dan pada fase 2 memiliki nilai C_p sebesar 1,02112. Sehingga dapat disimpulkan bahwa mengalami kenaikan dari fase 1 ke fase 2.

4.5 Penyebab Ketidaksesuaian

Penyebab ketidaksesuaian dapat diketahui dengan diagram sebab akibat yang bertujuan untuk menjelaskan faktor-faktor penyebab dari sebuah permasalahan dan ketidaksesuaian proses yang berasal dari faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan 4M+1L. Permasalahan yang dimaksud pada diagram sebab akibat ini adalah adanya nilai pengamatan karakteristik kualitas yang melebihi dari batas spesifikasi yang telah ditentukan. Diagram sebab akibat mengenai penyebab dari nilai pengamatan yang keluar dari batas spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.10 adalah sebagai berikut.



Gambar 4.10 Diagram Ishikawa

Gambar 4.10 menjelaskan tentang faktor penyebab ketidaksesuaian proses pada proses produksi pupuk NPK Phonska disebabkan oleh 4M+1L. Pada proses produksi masih ada komposisi kandungan kimia yang kurang sesuai, persediaan bahan baku habis dan belum ada bahan baku baru merupakan penyebab dari material. Perubahan panas suhu pada proses produksi NPK Phonska merupakan penyebab dari sisi lingkungan. Operator baru perlu diadakan pelatihan untuk bagian operasi mesin agar mereka berpengalaman dalam bidang operasi mesin dan kurangnya ketelitian operator terhadap mesin perlu diperhatikan karena hampir keseluruhan mesin dioperasikan menggunakan bahasa Inggris dan menggunakan software oleh karena itu diperlukan pelatihan pada operator baru dan kurangnya ketelitian merupakan penyebab dari sisi manusia. Mesin yang sering shut down disebabkan karena mesin sudah terlalu tua/ lama merupakan penyebab dari sisi mesin. Metode pengukuran kandungan dari NPK phonska di laboratorium yang kurang teliti merupakan penyebab dari sisi metode.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses produksi pupuk NPK Phonska Subsidi fase 1 dan fase 2 sudah terkendali secara statistik, tetapi pada fase 1 masih tidak baik karena didapatkan nilai C_p sebesar 0,909383 kurang dari 1 sehingga proses produksi bulan Januari 2018 tidak kapabel, untuk fase 2 pada bulan Februari 2018 sudah baik dan sudah sesuai karena didapatkan nilai C_p sebesar 1,02112 sama dengan 1 sehingga proses produksi bulan Februari 2018 telah kapabel atau memiliki kemampuan proses yang baik.
2. Penyebab terjadinya ketidak sesuaian pada proses produksi pupuk NPK Phonska Subsidi adalah ada beberapa bahan baku yang sudah menipis tetapi proses produksi masih terus berjalan sehingga kandungan komposisi kimia kurang sesuai. Mesin mengalami trouble sehingga ada sebagian mesin *shutdown*. Ada pergantian karyawan baru yang belum berpengalaman sehingga pengaturan komposisi kimia menjadi kurang sesuai.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan adalah PT. Petrokimia Gresik perlu menyedakan bahan baku lebih banyak supaya tidak terjadi menipisnya bahan baku, perusahaan perlu memberikan pelatihan dan pengarahan kepada operator baru dalam mengoperasikan mesin dan kurangnya ketelitian operator terhadap mesin perlu diperhatikan untuk meminimalisir kesalahan dalam peraturan komposisi kimia.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Sheli. 2017. Tugas Akhir “Analisis Indeks Kapabilitas Proses Recovery Unit Pupuk Urea Produksi PT Petrokimia Gresik”. Surabaya: ITS Library.
- Jatianto, H. d. (1976). Pengaruh pemberian pupuk K terhadap . Bogor: LP3.
- Johnson, R. A., & Wichern, W. D. (2007). Applied Multivariate Statistical Analysis. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Kotz, S. and Johnson, N.L. (1993). Process Capabilty Indices. Suffolk: Chapman & Hall
- Montgomery. (2013). Introduction to Statistical Quality Control. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Morrison, D. F. (1990). Multivariate Data Analysis. United States of America: McGraw-Hill Publishing Company.
- PT. Petrokimia Gresik. 2018. Phonska NPK. Diakses pada tanggal 9 Januari 2018, yang berasal dari website <http://www.petrokimia-gresik.com/Pupuk/Phonska.NPK>
- Ferdiyanto, Romi Zaki. 2017. Tugas Akhir “Analisa Kapabilitas Proses Produksi Gas Hidrogen di PT. Samator Gresik Jawa Timur”. Surabaya: ITS Library.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Kandungan Proses Produksi Pupuk NPK
Phonska Subsidi PT. Petrokimia Gresik Bulan
Januari 2018

Shift	Pemeriksaan ke-	N	P	K
1	1	15	15,2	15,9
	2	15,3	16,2	14,2
	3	14,8	18	14,8
	4	14,7	17,8	13,7
	5	14,7	16,5	13,9
	6	14,9	15,7	15,5
2	1	13,7	15,5	14,2
	2	14,2	15,6	14,7
	3	15	16	13,6
	4	15,3	15,4	13,8
	5	14,5	14,2	16,2
	6	14	14,8	15,8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	1	14,3	14,3	15,9
	2	14,1	14,6	14,4
	3	15,3	13,1	13,9
	4	15,6	13,6	14,3
	5	14,9	16,1	15
	6	14,4	15,1	14,9
29	1	14,8	15,2	14,6
	2	14,1	16,1	14,4
	3	15,4	14,8	13,8
	4	14,8	15,5	14,8
	5	14,4	14,4	16,7
	6	15,1	14,8	14,9

Lampiran 2. Data Kandungan Proses Produksi Pupuk NPK
Phonska Subsidi PT. Petrokimia Gresik Bulan
Februari 2018

Shift	Pemeriksaan ke-	N	P	K
1	1	14,6	14,1	14,1
	2	13,8	16,1	14,6
	3	14,5	16	14
	4	14,7	15,2	15
	5	14,6	15,3	14,2
	6	15,1	15,4	13,5
2	1	14,8	14,6	15,3
	2	14,1	16,2	14,3
	3	15,1	14,6	14,2
	4	14,8	15,1	15
	5	15,5	15,3	15
	6	15,6	14,8	15,4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24	1	15,5	13,8	13,5
	2	15,4	13,6	14,7
	3	14,6	14,8	15,4
	4	15,2	13,8	14,4
	5	14,9	15,7	14,8
	6	14,5	13,8	15,3
25	1	15	14,3	15
	2	15,1	14,9	15
	3	15,2	14,8	15,2
	4	15,7	13,9	13,4
	5	14,7	14,2	15,5
	6	15,7	14,7	16

Lampiran 3. Output Statistika Deskriptif Berdasarkan Fase

Descriptive Statistics: N; P; K

Variable	Fase	Mean	Variance	Minimum	Maximum
N	1	14,851	0,225	13,700	16,000
P	1	14,724	0,705	12,500	18,000
K	1	14,703	0,957	11,900	17,800
N	2	15,033	0,322	13,000	17,000
P	2	14,444	0,566	12,300	16,400
K	2	14,570	0,934	10,100	17,500

Lampiran 4. Output Independensi Variabel Fase 1**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,454
Approx. Chi-Square		60,276
Bartlett's Test of Sphericity	Df	3
	Sig.	,000

Lampiran 5. Output Independensi Variabel Fase 2**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,575
Approx. Chi-Square		77,249
Bartlett's Test of Sphericity	Df	3
	Sig.	,000

Lampiran 6. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 1

Data Display

Prop 0,545977011

Correlations: qc; diurut
P-Value = 0,000

sampel	dij urut	chisq tabel	chisq pengamatan i
1	0,174266	2,365974	0,049357029
2	0,184965	2,365974	0,10378551
3	0,317758	2,365974	0,147155283
4	0,324813	2,365974	0,185566277
5	0,332463	2,365974	0,22095296
6	0,339148	2,365974	0,254244857
7	0,362065	2,365974	0,285978125
8	0,381275	2,365974	0,316497051
9	0,41435	2,365974	0,346039108
10	0,452581	2,365974	0,374776733
⋮	⋮	⋮	⋮
165	7,407151	2,365974	7,618208827
166	9,48133	2,365974	7,86660364
167	9,600507	2,365974	8,145242114
168	9,851067	2,365974	8,462744432
169	10,4292	2,365974	8,832054306
170	10,91275	2,365974	9,273929611
171	10,9259	2,365974	9,824875775
172	11,76353	2,365974	10,55871918
173	14,50641	2,365974	11,66568671
174	16,57701	2,365974	14,02333357

Lampiran 7. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase 2

Data Display

Prop 0,573333333

Correlations: qc; diurut

P-Value = 0,000

Sampel	dij urut	chisq tabel	chisq pengamatan ke i
1	0,026514	2,365973884	0,054546948
2	0,134653	2,365973884	0,114831802
3	0,191373	2,365973884	0,162970629
4	0,237333	2,365973884	0,205683173
5	0,246744	2,365973884	0,245098709
6	0,304511	2,365973884	0,282239825
7	0,335788	2,365973884	0,317696168
8	0,404657	2,365973884	0,351846318
9	0,430994	2,365973884	0,384951413
10	0,455017	2,365973884	0,417201123
⋮	⋮	⋮	⋮
142	8,123926	2,365973884	7,534971257
143	8,529302	2,365973884	7,814727903
144	8,830627	2,365973884	8,133418806
145	9,199263	2,365973884	8,504008647
146	9,812267	2,365973884	8,947287497
147	12,1579	2,365973884	9,49981455
148	12,96886	2,365973884	10,23551824
149	14,54308	2,365973884	11,34486673
150	24,96771	2,365973884	13,70637576

Lampiran 8 Output Statistik Uji *Generalized Variance* Fase 1

No	Statistik GV
1	0,0228
2	0,0172
3	0,1508
4	0,0156
5	0,003
6	0,033
7	0,0064
8	0,0182
9	0,0056
10	0,0148
11	0,003
12	0,0017
13	0,0275
14	0,0327
15	0,0026
16	0,018
17	0,0115
18	0,0548
19	0,0109
20	0,0031
21	0,0038
22	0,0083
23	0,0019
24	0,0015
25	0,0028
26	0,0009
27	0,0073
28	0,1001
29	0,0068

Lampiran 9. Output Statistik Uji T^2 Hotelling Fase 1

No	T^2 Hotelling
1	45,32
2	8,82
3	7,77
4	0,70
5	2,87
6	11,18
7	22,12
8	6,71
9	6,21
10	11,63
11	7,30
12	1,38
13	7,00
14	5,99
15	3,42
16	2,43
17	7,05
18	4,06
19	7,30
20	8,41
21	0,88
22	3,39
23	4,83
24	4,55
25	17,19
26	8,78
27	3,41
28	1,39
29	2,23

Lampiran 10. Output Statistik Uji T^2 Hotelling Fase I Perbaikan

No	T^2 Hotelling
1	9,71
2	8,7
3	0,62
4	2,53
15	11,17
6	7,25
7	7,53
8	11,02
9	6,47
10	1,16
11	6,08
12	6,46
13	3,63
14	3,15
15	6,44
16	3,47
17	6,62
18	7,58
19	1,35
20	3,09
21	4,37
22	3,87
23	7,67
24	3,64
25	1,12
26	2,88

Lampiran 11. Output Statistik Uji *Generalized Variance* Fase 2

No	Statistik GV
1	0,0142
2	0,0127
3	0,0109
4	0,0323
5	0,0067
6	0,2591
7	0,0584
8	0,0034
9	0,0345
10	0,0276
11	0,0053
12	0,0017
13	0,0955
14	0,0036
15	0,1205
16	0,0001
17	0,0021
18	0,0099
19	0,0101
20	0,2057
21	0,0007
22	0,003
23	0,0106
24	0,0117
25	0,01

Lampiran 12. *Output Statistik Uji T^2 Hotelling Fase 2*

No	T^2 Hotelling
1	21,14
2	6,59
3	2,94
4	1,39
5	1,56
6	2,55
7	3,51
8	2,47
9	0,44
10	12,14
11	17,07
12	0,89
13	2,72
14	0,64
15	3,62
16	4,5
17	4,34
18	2,18
19	0,4
20	8,39
21	10,51
22	3,46
23	10,28
24	0,71
25	5,32

Lampiran 13. *Output Statistik Uji T^2 Hotelling Fase 2 Perbaikan*

No	T^2 Hotelling
1	7,97
2	3,44
3	0,83
4	1,6
5	2,63
6	3,66
7	2,33
8	0,13
9	14,32
10	0,68
11	2,28
12	0,21
13	4,99
14	3,67
15	3,6
16	1,53
17	0,8
18	8,83
19	8,17
20	2,21
21	8,19
22	0,34
23	4,59

Lampiran 14. Uji MANOVA
Lampiran 14a Uji Homogenitas
Box's Test of Equality of Covariance
Matrices^a

Box's M	6,589
F	1,086
df1	6
df2	593440,585
Sig.	,368

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.
a. Design: Intercept + fase

Lampiran 14b Uji MANOVA One Way
Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	1	308232,964 ^b	3	290	0
	Wilks' Lambda	0	308232,964 ^b	3	290	0
	Hotelling's Trace	3188,617	308232,964 ^b	3	290	0
	Roy's Largest Root	3188,617	308232,964 ^b	3	290	0
	Pillai's Trace	0,064	6,586 ^b	3	290	0
Fase	Wilks' Lambda	0,936	6,586 ^b	3	290	0
	Hotelling's Trace	0,068	6,586 ^b	3	290	0
	Roy's Largest Root	0,068	6,586 ^b	3	290	0

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	N	3,305 ^a	1	3,305	12,039	0,001
	P	7,003 ^b	1	7,003	13,168	0
	K	1,187 ^c	1	1,187	1,269	0,261
Intercept	N	65624,74	1	65624,7	239028	0
	P	61695,01	1	61695	116005	0
	K	62712,38	1	62712,4	67034,3	0
Fase	N	3,305	1	3,305	12,039	0,001
	P	7,003	1	7,003	13,168	0
	K	1,187	1	1,187	1,269	0,261
Error	N	80,168	292	0,275		
	P	155,294	292	0,532		
	K	273,174	292	0,936		
Total	N	65897,9	294			
	P	62170,25	294			
	K	63256,23	294			
Corrected Total	N	83,473	293			
	P	162,297	293			
	K	274,361	293			

a. R Squared = ,040 (Adjusted R Squared = ,036)

b. R Squared = ,043 (Adjusted R Squared = ,040)

c. R Squared = ,004 (Adjusted R Squared = ,001)

Between-Subjects SSCP Matrix

			N	P	K
Hypothesis	Intercept	N	65624,741	63629,544	64152,033
		P	63629,544	61695,007	62201,611
		K	64152,033	62201,611	62712,375
	Fase	N	3,305	-4,811	-1,981
		P	-4,811	7,003	2,883
		K	-1,981	2,883	1,187
Error		N	80,168	-36,204	-81,992
		P	-36,204	155,294	35,003
		K	-81,992	35,003	273,174

Based on Type III Sum of Squares

Lampiran 15. Program *Syntax* Kapabilitas Proses Multivariat
Fase 1

```

macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.138 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s
cm2 cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.138
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5

```

Lampiran 15. Program *Syntax* Kapabilitas Proses Multivariat
Fase 1 (Lanjutan)

```
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=15
let t2=15
let t3=15
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
let c.3=mean(x.3)-t3
print c.1-c.3
copy c.1-c.3 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```

Lampiran 16. Program *Syntax* Kapabilitas Proses Multivariat
Fase 2

```

macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.138 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s
cm2 cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.138
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6

```

Lampiran 16. Program *Syntax* Kapabilitas Proses Multivariat
Fase 2 (Lanjutan)

```
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=15
let t2=15
let t3=15
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
let c.3=mean(x.3)-t3
print c.1-c.3
copy c.1-c.3 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```

Lampiran 17. Bukti Pengambilan Data di PT Petrokimia Gresik


**PETROKIMIA
GRESIK**

Kepada : Yth. Kadep Statistika Bisnis Fakultas Vokasi – ITS Surabaya
Nabillahbalquis1997@gmail.com
 Dari : Manager Pengembangan SDM
 PT. Petrokimia Gresik
 Nomor : 576 /NK.02.03/MKP/2018
 Perihal : **Konfirmasi Penerimaan Mahasiswa Penelitian**
 Tanggal : 25 Januari 2018
 Lampiran : 3 (tiga) Lembar.

Menanggapi surat Saudara nomor 072936/IT2.VI.8.6/TU.00.08/2017, tertanggal 27 November 2017 perihal Konfirmasi Mahasiswa Penelitian atas nama :

NO	NAMA	NIM	JUDUL
1	Nabillah Balquis Setya I.	10611500000021	Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pupuk Phonska Subsidi di PT. Petrokimia Gresik
2	Riyadul Jannah Eka Noor F.	10611500000117	Analisis Pengendalian Kualitas Statistika Pada Proses Produksi Pupuk Phonska Plus di PT. Petrokimia Gresik

dengan ini disampaikan bahwa permohonan Saudara dapat kami terima mulai tanggal **01 - 30 Maret 2018** dan selama melaksanakan kegiatan di PT Petrokimia Gresik akan dibimbing oleh Kevin Esmunaldo, Departemen Produksi II A.

Calon Mahasiswa Kerja Praktek harus hadir pada

Tanggal : 28 Februari 2018
 Pukul : 07.00 Wib
 Tempat : Gedung Diklat PT. Petrokimia Gresik
 Acara : Sosialisasi
 • Kerja Praktek & Prakerin
 • Company Profile PT. Petrokimia Gresik
 • KJ

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.



PT. Petrokimia Gresik
Tjaturitjura Suhitarini, SE, MM.
 Manager Pengembangan SDM
 WSM:Riv

PT Petrokimia Gresik
 Kawasan Industri Gresik Sukoharjo
 Jln. Jenderal A. Yani - Gresik 61118 - Indonesia
 P. +62 31 5961131, 5961250
 F. +62 31 5961172, 5961272
 E. pkg@petrokimia-gresik.com
www.petrokimia-gresik.com

Lampiran 18. Surat Pernyataan Kevalidan Data Tugas Akhir

SURAT PERNYATAAN

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

Nama : Nabilah Balquis Setya Irawan
NRP : 10611500000021

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

Sumber : PT Petrokimia Gresik
Keterangan : Data Pemeriksaan Kandungan NPK pada Proses Produksi
Pupuk NPK Phonska Subsidi Periode Bulan Januari-
Februari 2018

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

Mengetahui,
Pejabat Pemberi Data,

Surabaya, 16 Mei 2018
Yang membuat Pernyataan



**PETROKIMIA
GRESIK**

(Kevin Esmunaldo)
NIK. 216648



(Nabilah Balquis Setya Irawan)
NRP. 10611500000021

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

(Dra. Lucia Aridinanti, MT)
NIP. 19610131 198701 2 001

BIODATA PENULIS



Penulis, dikenal dengan panggilan Nabillah yang memiliki nama lengkap Nabillah Balquis Setya Irawan. Penulis lahir di Lamongan, pada tanggal 20 Oktober 1997 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai TK Aisiyah Bustanul Affa (ABA) Kalimalang Lamongan, Sekolah Dasar (SD) di SDN Mendogo Lamongan (2004-2010), SMP Negeri 2 Deket Lamongan (2010-2013), SMA Negeri 1 Lamongan (2013-2015). Setelah lulus SMA, penulis mendaftar

ke Departemen Statistika Bisnis ITS melalui seleksi masuk diploma regular ITS angkatan 2015 dan tercatat dengan NRP 10611500000021 serta menjadi bagian keluarga HEROES. Pada tahun pertama dan kedua penulis bergabung dalam Staff Explore ITS dalam acara ITS Expo 2016, Staff Magang Vivat Press BEM ITS Berani 2016/2017 dan beberapa panitia kegiatan lainnya. Pada ketiga, penulis mengembangkan minatnya dalam bidang organisasi menjadi Staff Ahli Explore ITS dalam acara ITS Expo 2017, Staff Pewacanaan Vivat Press BEM ITS Wahana Juang 2017/2018 dan beberapa panitia kegiatan lainnya. penulis pernah mendapatkan kesempatan pengalaman Kerja Praktek di PT. Aneka Jasa Grhadika (Petrokimia Gresik Grup) Segala kritik dan saran akan diterima oleh penulis untuk perbaikan kedepannya. Jika ada keperluan atau ingin berdiskusi dengan penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* nabillahbalquis1997@gmail.com atau nomer telepon (085733373201).

