



TUGAS AKHIR - SS 145561

PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK PADA PROSES PRODUKSI SIGARET KRETEK TANGAN DI PERUSAHAAN ROKOK "XYZ" PONOROGO

LINTANG AYU PRATIWI
NRP 1312 030 045

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS 145561

STATISTICAL QUALITY CONTROL IN THE PRODUCTION PROCESS OF SIGARET KRETEK TANGAN AT "XYZ" PONOROGO TOBACCO COMPANY

LINTANG AYU PRATIWI
NRP 1312 030 045

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
DEPARTEMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN
PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK PADA PROSES
PRODUKSI SIGARET KRETEK TANGAN
DI PERUSAHAAN ROKOK "XYZ" PONOROGO

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

Oleh :

LINTANG AYU PRATIWI


NRP. 1312 030 045

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

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



Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS


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

SURABAYA, Juli 2015

PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK PADA PROSES PRODUKSI SIGARET KRETEK TANGAN DI PERUSAHAAN ROKOK “XYZ” PONOROGO

Nama Mahasiswa : Lintang Ayu Pratiwi
NRP : 1312 030 045
Program Studi : Diploma III
Jurusan : Statistika FMIPA ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Abstrak

Perusahaan Rokok “XYZ” merupakan perusahaan rokok yang berada di Kabupaten Ponorogo, dimana produknya adalah Sigaret Kretek Tangan (SKT). Dalam setiap tahapan produksi, pengendalian kualitas memegang peranan penting untuk memastikan bahwa setiap batang rokok dibuat berkualitas baik. Walaupun telah dilakukan pengendalian kualitas, namun pada kenyataannya masih banyak ditemukan produk cacat yang terpaksa harus dilakukan reject, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengendalian kualitas statistik pada proses produksi Sigaret Kretek Tangan (SKT) pada bagian giling dan gunting. Data yang digunakan merupakan data hasil pengamatan langsung pada 30 pekerja yang bertugas menggiling rokok, pengamatan dibatasi pada kualitas fisik saat rokok berupa batangan, dengan jenis cacat yang digunakan adalah korep, ambri kusut, ambri sobek, kurang lem pada bagian ujung, kurang lem pada bagian tengah dan tidak nyetrip. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa proses produksi Sigaret Kretek Tangan di perusahaan rokok “XYZ” Ponorogo telah terkendali secara statistik pada tahap I dan II namun proses belum kapabel.

Kata Kunci : Rokok, Pengendalian Kualitas Statistik

STATISTICAL QUALITY CONTROL IN THE PRODUCTION PROCESS OF SIGARET KRETEK TANGAN AT “XYZ” PONOROGO TOBACCO COMPANY

Student Name : Lintang Ayu Pratiwi
NRP : 1312 030 045
Programe : Diploma III
Departement : Statistics FMIPA ITS
Academic Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Abstract

Cigarette company "XYZ" is a Cigarette company located in Ponorogo, the product is Sigaret Kretek Tangan (SKT). In every stage of production, quality control plays an important role to ensure that every cigarette is made of good quality. Although it has been carried out quality control, but in reality there are still many defective products or that was forced to do reject. Therefore in this research, statistical quality control in the production process Sigaret Kretek Tangan (SKT) on the rollers and shears , The data used is data from direct observation of 30 workers in charge of grinding a cigarette, the observation is limited to the quality of the current physical form of bars cigarettes, with the type of disability that is used is korep, tangled, tear, less glue on the end, less glue on the middle and not symmetric. This study suggests that the production process of Sigaret Kretek Tangan in cigarette company "XYZ" has been controlled statistically in first and second stage, but the process is not capable.

Keywords : Tobacco, Statistical Quality Control

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK PADA PROSES PRODUKSI SIGARET KRETEK TANGAN DI PERUSAHAAN ROKOK “XYZ” PONOROGO”** dengan lancar dan tepat pada waktu yang telah direncanakan. Shalawat serta salam senantiasa penulis panjatkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW atas suri tauladannya dalam kehidupan ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu, dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Statistika FMIPA ITS Surabaya dan dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan perhatian, bimbingan dan arahnya dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Haryono dan Ibu Diaz Fitra Aksioma selaku dosen penguji yang telah memberikan saran untuk membantu menyempurnakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku dosen wali dan Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS Surabaya.
4. Bapak ibu dosen serta karyawan jurusan yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
5. Pihak Perusahaan Rokok yang telah banyak membantu dalam pengumpulan data sehingga Tugas Akhir ini dapat dikerjakan.
6. Orang tua serta seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun material.

7. Teman-teman Lab. Industri seperjuangan terutama bimbingan “Ibu Sri Mumpuni” yang selalu direpotkan dan membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman-teman D3 senasib dan seperjuangan angkatan 2012 yang mengerjakan laporan Tugas Akhir semester genap 2015, penulis dapat berdiskusi dan saling berbagi suka duka selama penyelesaian Tugas Akhir.
9. Teman-teman angkatan 2012 lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
10. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam pengerjaan laporan Tugas Akhir baik langsung maupun tidak.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan dari semua pihak untuk tahap pengembangan selanjutnya. Besar harapan penulis bahwa informasi sekecil apapun dalam Tugas Akhir ini akan bermanfaat bagi semua pihak dan dapat menambah pengetahuan.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengendalian Kualitas Statistik.....	5
2.2 Membandingkan 2 Populasi	8
2.3 Diagram Pareto	12
2.4 Diagram Sebab Akibat	13
2.5 Kapabilitas Proses	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	17
3.2 Variabel Penelitian.....	17
3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	17
3.4 Struktur Data	18
3.5 Langkah Analisis.....	18
3.6 Diagram Alir	20
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis tahap I.....	21
4.1.1 Karakteristik Subgrup.....	21

4.1.2 Peta Kendali μ	22
4.1.3 Kapabilitas Proses	23
4.1.4 Identifikasi Penyebab	24
4.2 Analisis Tahap II.....	28
4.3 Pergeseran Proses.....	29
4.3.1 Uji Distribusi Multivariat Normal	29
4.3.2 Uji <i>Bartlett</i>	29
4.3.3 Uji Box's M.....	30
4.3.4 MANOVA	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Struktur Data	7
Tabel 2.2	Kriteria \wedge^*	11
Tabel 3.1	Struktur Data Hasil Pengamatan	18
Tabel 4.1	Karakteristik Pekerja Berdasarkan Usia dan Lama Kerja	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Pareto	13
Gambar 2.2	Diagram Sebab Akibat	14
Gambar 3.1	Diagram Alir	20
Gambar 4.1	Karakteristik Pekerja Berdasarkan Pendidikan..	22
Gambar 4.2	Peta Kendali <i>u</i> Tahap 1	23
Gambar 4.3	Diagram Pareto	24
Gambar 4.4	Diagram <i>Ishikawa</i> Tidak Nyetrip.....	25
Gambar 4.5	Diagram <i>Ishikawa</i> Korep	26
Gambar 4.6	Diagram <i>Ishikawa</i> Kurang Lem Ujung	27
Gambar 4.5	Peta Kendali <i>u</i> Tahap II	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Pengamatan Tahap I	37
Lampiran 2	Data Pengamatan Tahap II	39
Lampiran 3	Data Karakteristik Sungrup	40
Lampiran 4	Data Persentase Cacat	42
Lampiran5	Macro Minitab Uji Distribusi Multivariat Normal	45
Lampiran 6	Output Peta Kendali	47
Lampiran 7	Output Uji Multivariat Normal	48
Lampiran 8	Output Uji <i>Bartlett</i>	49
Lampiran 9	Output Uji Box's M	50
Lampiran 10	Output Uji MANOVA.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perusahaan Rokok “XYZ” merupakan perusahaan rokok yang berada di Kabupaten Ponorogo, dimana produknya adalah Sigaret Kretek Tangan (SKT). Salah satu keunikan industri kretek ini adalah masih digunakannya metode pelinting manual dengan tangan, dimana para pekerja melinting rokok kretek dengan cepat. Produksi Sigaret Kretek Tangan (SKT) mencapai 150 batang rokok per jam orang, dimana proses produksinya terdiri dari tiga tahapan, yaitu pemrosesan daun tembakau, proses *wrapping* (pelinting) rokok dan proses pengemasan serta persiapan distribusi. Dalam setiap tahapan produksi, pengendalian kualitas memegang peranan penting untuk memastikan bahwa setiap batang rokok dibuat sesuai dengan standar.

Pengendalian kualitas produk merupakan usaha untuk meminimalisir produk cacat dari produk yang dihasilkan perusahaan. Jika pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan baik, maka setiap terjadi penyimpangan dapat langsung diperbaiki dan dapat digunakan untuk proses produksi selanjutnya. Dengan demikian proses produksi akan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik.

Perusahaan rokok “XYZ” telah melakukan pengawasan dan pengendalian kualitas mulai dari bahan baku hingga produk jadi. Proses pengendalian kualitas dilakukan dengan pengecekan secara visual berkala, namun pada kenyataannya masih banyak ditemukan produk cacat yang terpaksa harus dilakukan *reject*. Hal ini menjadi masalah yang terus menerus ada, karena dari hasil pengecekan tidak dilakukan analisis secara statistik lebih lanjut sehingga tidak dapat ditemukan akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya produk cacat. Diharapkan dengan menerapkan metode statistik, dapat meningkatkan kualitas produksi Perusahaan Rokok “XYZ” dan dapat meminimalisir produk cacat.

Penelitian sebelumnya yang membahas pengendalian kualitas rokok dilakukan oleh Rakhmania (2010), dari penelitian ini diketahui bahwa keseluruhan proses produksi rokok unit SKT belum stabil karena masih ada beberapa titik pengamatan yang *out of control*. Selanjutnya dilakukan oleh Damayanti (2011) diperoleh bahwa proses produksi filter super slim jenis mono telah kapabel artinya produksi berjalan dengan baik dan sebaran data berada dalam batas spesifikasi.

1.2 Permasalahan

Perusahaan rokok “XYZ” selama ini telah melakukan pengendalian kualitas pada proses giling dan gunting. Namun pengendalian kualitas yang dilakukan sangat sederhana, yaitu dengan melakukan pengecekan berkala pada rokok yang telah berupa batangan tanpa dilakukan analisis statistik pada hasil pengecekan, sehingga produk cacat menjadi masalah yang terus menerus ada. Oleh karena itu, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana kemampuan proses produksi sigaret kretek tangan pada bagian giling dan gunting dalam menghasilkan produk baik dilihat dari kualitas fisiknya.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah Mengetahui kemampuan proses produksi sigaret kretek tangan pada bagian giling dan gunting dalam menghasilkan produk baik dilihat dari kualitas fisiknya serta mengetahui penyebab produk yang tidak sesuai.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai batas kendali yang dapat digunakan untuk proses berikutnya serta solusi untuk meminimalisir produk cacat.

1.5 Batasan Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil pengamatan secara langsung pada proses giling dan gunting Sigaret Kretek Tangan (SKT) di Perusahaan Rokok “XYZ”

Ponorogo. Penelitian dilakukan pada Bulan Maret 2015 untuk pengendalian tahap 1 dan Bulan April 2015 untuk pengendalian tahap 2. Pengamatan dibatasi pada pengecekan kualitas fisik rokok pada saat rokok berupa batangan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Kualitas Statistik

Suatu produk yang diproduksi menggunakan mesin yang sama, operator yang sama dan material yang sama dapat memberikan hasil yang berbeda. Perbedaan ini disebut variasi. Variasi dalam proses produksi diizinkan tapi dalam batas-batas tertentu. Jika produk yang dihasilkan berada dalam batas tersebut maka produk tersebut dikatakan produk baik, sebaliknya jika produk berada di luar batas maka dikatakan produk cacat. Batas tersebut disebut batas spesifikasi. Batas spesifikasi ditentukan oleh manajemen suatu perusahaan. Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila produk tersebut berada di dalam batas spesifikasi.

Kualitas produk dibedakan menjadi 2, yaitu kualitas rancangan dan kualitas kecocokan. Kualitas rancangan adalah perbedaan kualitas produk yang telah dirancang perusahaan sebelum produk diproduksi, sedangkan kualitas kecocokan adalah perbedaan kualitas produk dengan standarnya yang disebabkan oleh proses produksi. Kualitas kecocokan ini akan dikendalikan dalam pengendalian kualitas statistik.

Pengendalian kualitas Statistik adalah ilmu yang mempelajari tentang teknik/metode pengendalian kualitas berdasarkan prinsip/konsep statistik. Tujuan pengendalian kualitas statistik adalah memperoleh jaminan kualitas, menjaga konsistensi kualitas, meningkatkan kualitas dan mengurangi biaya, menjaga kualitas lebih uniform, mengurangi rework dan pembuangan, serta menjaga hubungan produsen dan konsumen.

Salah satu alat dalam pengendalian kualitas statistik yang digunakan untuk mengontrol dan memonitor stabilitas proses adalah peta kendali. Peta kendali adalah peta yang menggambarkan penyebaran variasi kualitas hasil proses produksi. Suatu peta kendali terdiri dari garis tengah, batas kendali atas (BKA), dan batas kendali bawah (BKB). Proses dikatakan tidak terkendali (*out of control*) jika nilai statistiknya jatuh di atas BKA atau di bawah BKB. Ada 2 jenis peta kendali,

yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut. (Montgomery, 2009)

Peta kendali variabel adalah peta yang menggambarkan penyebaran variasi kualitas hasil proses produksi yang karakteristik kualitasnya dapat diukur dan dinyatakan dalam bentuk numerik. Sedangkan peta kendali atribut adalah peta yang menggambarkan penyebaran variasi kualitas hasil proses produksi yang karakteristik kualitasnya tidak dapat dinyatakan dalam bentuk numerik. Ada 3 jenis peta kendali atribut, yaitu:

1. Peta kendali p dan np

Peta kendali p dan np membedakan karakteristik kualitas menjadi 2, yaitu produk cacat dan produk baik. Yang membedakan peta kendali p dan np adalah ukuran sampelnya. Peta kendali p digunakan pada saat ukuran sampel untuk masing-masing subgrup berbeda atau sama, sedangkan peta kendali np digunakan pada saat ukuran sampel untuk masing-masing subgrup sama.

2. Peta kendali u dan c

Peta kendali u dan c mengklasifikasikan produk cacat menjadi beberapa jenis cacat (jenis cacat 1, jenis cacat 2, dst). Yang membedakan peta kendali u dan c adalah ukuran sampelnya. Peta kendali u digunakan pada saat ukuran sampel untuk masing-masing subgrup berbeda atau sama, sedangkan peta kendali c digunakan pada saat ukuran sampel untuk masing-masing subgrup sama.

3. Peta kendali demerit

Peta kendali demerit mengklasifikasikan jenis cacat berdasarkan tingkat keparahan cacatnya, dimana jenis cacat 1 jika cacatnya sangat serius, jenis cacat 2 jika cacatnya serius, jenis cacat 3 jika cacatnya agak serius dan jenis cacat 4 jika cacatnya ringan (Montgomery, 2009).

2.1.1 Peta Kendali *u*

Peta kendali u digunakan pada saat cacat di klasifikasikan menjadi jenis cacat 1 (X_1), jenis cacat 2 (X_2), jenis cacat 3 (X_3) dan seterusnya, serta jumlah sampel yang digunakan dapat sama atau berbeda, dimana struktur datanya dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Struktur data Peta Kendali u

Sub group	Ukuran Sampel	Jenis Cacat				Jumlah cacat	Rata-Rata Jumlah Cacat
		X ₁	X ₂	...	X ₆		
1	n_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{16}	$c_1 = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{16}$	$u_1 = \frac{c_1}{n_1}$
2	n_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{26}	$c_2 = x_{21} + x_{22} + \dots + x_{26}$	$u_2 = \frac{c_2}{n_2}$
i	n_i	x_{i1}	x_{i2}	.	x_{i6}	$c_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{i6}$	$u_i = \frac{c_i}{n_i}$
.
m	n_m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{m6}	$c_m = x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{m6}$	$u_m = \frac{c_m}{n_m}$

Berdasarkan jumlah cacat per unit (c_i) dan ukuran sampel dari subgrup yang diamati (n_i), dapat diketahui rata-rata jumlah cacat per unit inspeksi.

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^m c_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (2.1)$$

Sehingga batas kendali untuk peta kendali rata-rata jumlah cacat per unit ditunjukkan oleh persamaan 2.2.

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \\ \text{GarisTengah} &= \bar{u} \\ BKB &= \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dimana \bar{u} merupakan rata-rata jumlah cacat per unit yang diamati dalam satu set data pedahuluan. Batas kendali yang

diperoleh dari persamaan (2.2) akan digunakan sebagai batas kendali percobaan (Montgomery, 2009).

2.2 Membandingkan 2 Populasi

Analisis pergeseran proses dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara proses satu dengan proses lainnya. Untuk mengetahui pergeseran proses dilakukan dengan metode MANOVA. Akan tetapi sebelum dilakukan analisis MANOVA ada beberapa syarat yang harus terpenuhi, yaitu :

1. Sampel acak dari populasi yang berbeda saling dependen
2. Matriks varians kovarians homogen
3. Masing-masing populasi berdistribusi Multivariat Normal (Johnson dan Winchern, 2007)

2.2.1 Distribusi Multiariat Normal

Beberapa uji univariat didasarkan pada distribusi univariat normal. Demikian pula pada sebagian besar analisis multivariat, harus memenuhi asumsi distribusi multivariat normal (Rencher, 2002).

Variabel $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p$ dikatakan berdistribusi multivariat normal dengan mean vektor μ dan matriks kovarians Σ jika mempunyai fungsi kepekatan peluang:

$$f(\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{p/2}} e^{-\frac{1}{2}(\mathbf{X}-\mu)\Sigma^{-1}(\mathbf{X}-\mu)} \quad (2.3)$$

Jika $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p$ berdistribusi multivariat normal maka $(\mathbf{X} - \mu)' \Sigma^{-1} (\mathbf{X} - \mu)$ berdistribusi χ_p^2 (Rencher, 2002).

Salah satu cara memeriksa apakah data berdistribusi multivariat normal adalah dengan menggunakan QQ-plot. Langkah-langkah membuat QQ-plot adalah sebagai berikut ((Johnson dan Winchern, 2007).

1. Menghitung jarak kuadrat dari data dengan persamaan 2.4

$$d_j^2 = (x - \bar{x})' S^{-1} (x - \bar{x}), \quad (2.4)$$

Dimana :

$$S^{-1} = \left(\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1j} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{j1} & S_{j2} & \cdots & S_{jj} \end{bmatrix} \right)^{-1} \quad (2.5)$$

$$S_{jj} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})(x_j - \bar{x}) \quad (2.6)$$

2. Mengurutkan $d_{(1)}^2 < d_{(2)}^2 < \dots < d_{(n)}^2$
3. Menghitung $q_{c,p} (.,0.50)$
4. Membuat plot antara d_j^2 dengan $q_{c,p} (.,0.50)$

2.2.2 Bartlett Sphericity

Variabel $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p$ dikatakan bersifat saling bebas (*independent*) jika matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas. Untuk menguji kebebasan antar variabel ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Bartlett sphericity* berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : R = I$$

$$H_1 : R \neq I$$

Statiistik uji :

$$\chi_{hitung}^2 = - \left\{ n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right\} \ln |R| \quad (2.7)$$

Hipotesis H_0 gagal ditolak berarti antar variabel bersifat saling bebas jika nilai $\chi_{hitung}^2 \leq \chi_{\frac{1}{2}p(p-1)}^2$. Jika hipotesis ini yang gagal

ditolak maka penggunaan metode multivariat tidak layak (Johnson dan Winchern, 2007).

2.2.3 Homogenitas Matriks Varians-Kovarians

Salah satu syarat untuk bisa dilakukan analisis MANOVA adalah kehomogenan matriks varians kovarians dari data yang dianalisis. Untuk menguji kehomogenan matriks varians kovarians antar kelompok digunakan statistik uji Box's M (Johnson dan Winchern, 2007).

Perumusan hipotesisnya adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

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

H_1 : minimal ada satu kelompok yang berbeda, $\Sigma_i \neq \Sigma_j$; $i, j=1,2,3,\dots, k$

Statistik Uji:

$$C = (1 - u)M \quad (2.8)$$

Dimana :

$$M = \left[\sum_l (n_l - 1) \right] \ln |S_{pool}| - \sum [(n_l - 1) \ln |S_l|]$$

$$S_{pool} = \frac{1}{\sum_l (n_l - 1)} \{ (n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_g - 1)S_g \}$$

$$u = \left[\sum_l \frac{1}{(n_l - 1)} - \frac{1}{\sum_l (n_l - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right]$$

Daerah Kritis:

$$H_0 \text{ ditolak jika } C > \chi_{\frac{p(p+1)(g+1)}{2}, \alpha}^2$$

2.2.4 Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)

Analisis statistik multivariat merupakan metode dalam melakukan penelitian terhadap lebih dari dua variable secara bersamaan. Dengan menggunakan teknik analisis ini maka dapat menganalisis pengaruh beberapa variabel terhadap variabel lainnya dalam waktu yang bersamaan.

Model MANOVA ditunjukkan oleh Persamaan 2.9

$$X_{ij} = \mu + \tau_l + e_{ij}, \quad (2.9)$$

Dimana :

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

$l = 1, 2, \dots, g$

e_{ij} adalah variabel independen dari $N_p(0, \Sigma)$

μ adalah rata-rata keseluruhan

τ_l sebagai hasil dari pengaruh perlakuan dengan $\sum_{l=1}^g n_l \tau_l = 0$.

Perumusan hipotesis MANOVA adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

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

H_1 : minimal ada satu kelompok yang mempengaruhi τ_g .

Statistik uji:

$$\Lambda^* = \frac{|W|}{|B+W|} = \frac{(x_{ij} - \bar{x}_l)(x_{ij} - \bar{x}_l)'}{\sum_{l=1}^g \sum_{j=1}^{n_l} (x_{ij} - \bar{x}_l)(x_{ij} - \bar{x}_l)'} \quad (2.10)$$

Λ^* adalah distribusi Wilks yang dapat didekati dengan distribusi F dengan kriteria Λ^* adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Kriteria Λ^*

Jumlah Variabel	Jumlah Group	Distribusi Sampling
$p = 1$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum n_j - g}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \approx F_{g-1, \sum n_j - g}$
$p = 2$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum n_j - g - 1}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\sqrt{\Lambda^*}} \right) \approx F_{2(g-1), 2(\sum n_j - g - 1)}$
$p \geq 1$	$g = 2$	$\left(\frac{\sum n_j - p - 1}{p} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \approx F_{p, \sum n_j - p - 1}$
$p \geq 1$	$g = 3$	$\left(\frac{\sum n_j - p - 2}{p} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\sqrt{\Lambda^*}} \right) \approx F_{2p, 2(\sum n_j - p - 1)}$

Daerah kritis:

$$H_0 \text{ ditolak jika } -\left(n - 1 - \frac{(p + g)}{2}\right) \ln\left(\frac{|W|}{|B + W|}\right) > \chi^2_{p(g-1)(\alpha)}$$

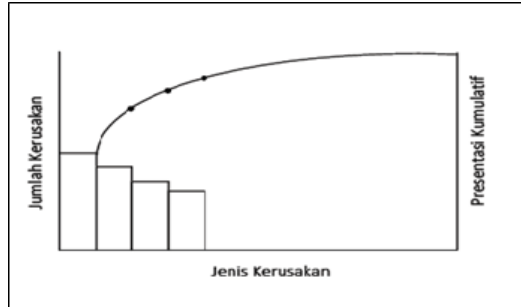
Atau $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$

2.3 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik yang menggambarkan masalah atau cacat dengan urutan frekuensi yang menurun. Masalah atau cacat yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi dan ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah atau cacat yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terendah dan ditempatkan pada sisi paling kanan. Prinsip diagram pareto yang digunakan sebagai acuan adalah situasi dimana 80% dari masalah yang ada sesungguhnya disebabkan oleh 20% penyebabnya. Secara sederhana, diagram Pareto merupakan distribusi frekuensi dari data atribut yang disusun berdasarkan kategori (Heizer, 2008). Contoh diagram pareto ditunjukkan oleh Gambar 2.1.

Langkah-langkah membuat diagram pareto adalah sebagai berikut.

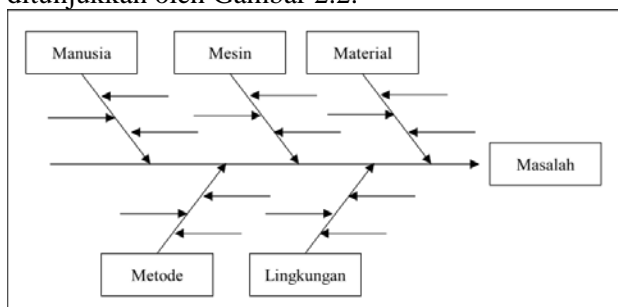
1. Menentukan metode untuk mengklasifikasikan data berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan
4. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga terkecil
5. Menghitung frekuensi kumulatif
6. Menggambarkan dalam bentuk diagram untuk menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah



Gambar 2.1 Diagram Pareto

2.4 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat disebut juga diagram tulang ikan karena bentuknya yang mirip tulang ikan. Biasa disebut sebagai diagram *Ishikawa* karena ditemukan oleh orang Jepang yang bernama *Ishikawa*. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai penyebab produk cacat. penyebab produk cacat adalah manusia, mesin, metode, material dan lingkungan (Montgomery, 2009). Contoh diagram sebab akibat ditunjukkan oleh Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat

2.5 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses untuk menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan. Meskipun proses terkendali secara statistik,

namun produk hasil proses produksi bisa saja tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan (Heizer, 2008).

Prosedur pengukuran kapabilitas proses untuk proses dengan karakteristik kualitas atribut adalah sebagai berikut.

1. Estimasi nilai \hat{P}' , yaitu persentase produk cacat dari proses. Untuk peta kendali atribut data harus berdistribusi Poisson. Rumus distribusi Poisson untuk memperkirakan persentase produk cacat adalah sebagai berikut.

$$p(\text{Jumlah cacat per unit} = x) = \frac{\bar{u}^x e^{-\bar{u}}}{x!} \quad (2.11)$$

Dimana x adalah jumlah cacat, \bar{u} adalah rata-rata jumlah cacat per unit, dan e adalah konstanta dengan nilai 2,718.

Suatu produk yang mengandung satu atau lebih ketidaksesuaian ($x \geq 1$) dianggap sebagai produk cacat. Total persentase jika suatu produk memiliki satu atau lebih ketidaksesuaian adalah sebagai berikut.

$$p' = \sum p(x = i) \quad (2.12)$$

2. Mencari nilai $Z(\hat{P}')$, kemudian cari hubungan nilai Z untuk persentase ini.
3. Hitung kapabilitas proses dari nilai Z
4. Estimasi kapabilitas proses untuk peta kendali u dengan standar kualitas 3 sigma adalah sebagai berikut.

$$\hat{P}_{PK}^{\%} = \frac{Z(\hat{P}')}{3} \quad (2.13)$$

Nilai $\hat{P}_{PK}^{\%}$ digunakan untuk mengukur kemampuan proses untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi perusahaan. Kriteria pengukuran kapabilitas proses dengan $\hat{P}_{PK}^{\%}$ adalah sebagai berikut.

- a $\hat{P}_{PK}^{\%} < 1$, artinya proses tidak kapabel karena menghasilkan produk diluar batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan

- b $\hat{P}_{PK}^{\%} = 1$, artinya proses cukup kapabel karena, batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan sama dengan data hasil observasi
- c $\hat{P}_{PK}^{\%} > 1$, artinya proses kapabel karena produk berada di dalam batas spesifikasi perusahaan (Bothe, 1997).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dengan pengamatan langsung pada proses produksi sigaret kretek tangan di Perusahaan Rokok “XYZ” Ponorogo. Pengamatan dibatasi pada kualitas fisik (atribut) saat rokok berupa batangan. Pengumpulan data dilakukan pada Bulan Maret 2015 untuk pengendalian tahap 1 dan Bulan April 2015 untuk pengendalian tahap 2. Subgrup yang digunakan adalah pekerja pada bagian giling dan gunting sebanyak 30 orang pada tahap I dan 27 orang pada tahap II, dimana ukuran sampel per subgrup adalah 13 sampel.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Korep (X_1), yaitu adanya kotoran tembakau pada perbatasan kertas pembungkus rokok
2. Ambri Kusut (X_2), yaitu kertas pembungkus rokok tidak halus seperti semestinya
3. Ambri Sobek (X_3), yaitu adanya kerusakan pada kertas pembungkus rokok
4. Kurang lem bagian tengah (X_4), yaitu ambri tidak lengket dikarenakan kurang lem pada bagian tengah rokok
5. Kurang lem bagian ujung (X_5), yaitu ambri tidak lengket dikarenakan kurang lem pada bagian ujung rokok
6. Tidak nyetrip (X_6), yaitu gulungan kertas pembungkus rokok tidak simetris

3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sistematis. Dengan kapasitas produksi (N) sebesar 12000 batang rokok, taraf signifikan (α) 5% dan batas kesalahan sebesar (B) 5%, berikut adalah jumlah sampel yang diperoleh.

$$D = \frac{B^2}{4} = \frac{(0,05)^2}{4} = 0,000625$$

$$n = \frac{Npq}{(N-1)D + pq} = \frac{(12000)(0,5)(0,5)}{(12000-1)0,000625 + (0,5)(0,5)}$$

$$= \frac{3000}{7,749} = 387,128$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh jumlah sampel sebesar 388 sampel. Jumlah pekerja yang diamati adalah 30 orang, maka jumlah sampel untuk masing-masing orang adalah 13 sampel.

Pengamatan dilakukan selama 4 jam, mulai pukul 08.00 hingga 12.00, maka interval waktu antar pengamatan adalah sebagai berikut.

$$k = \frac{240}{13} = 18 \text{ menit}$$

Interval waktu antara pengamatan 1 dengan pengamatan lainnya untuk 1 pekerja adalah 18 menit. Sehingga dalam 1 pekerja pengamatan dilakukan selama 18 menit sekali.

3.4 Struktur Data

Struktur data hasil pengamatan ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Struktur Data Hasil Pengamatan

Sub grup	Ukuran Sampel	Jenis Cacat				Jumlah cacat	Rata-Rata Jumlah Cacat
		X ₁	X ₂	...	X ₆		
1	13	x ₁₁	x ₁₂	...	x ₁₆	c ₁	u ₁
2	13	x ₂₁	x ₂₂	...	x ₂₆	c ₂	u ₂
.
.
30	13	x _{m1}	x _{m2}	...	x _{m6}	c _m	u _m

3.5 Langkah Analisis

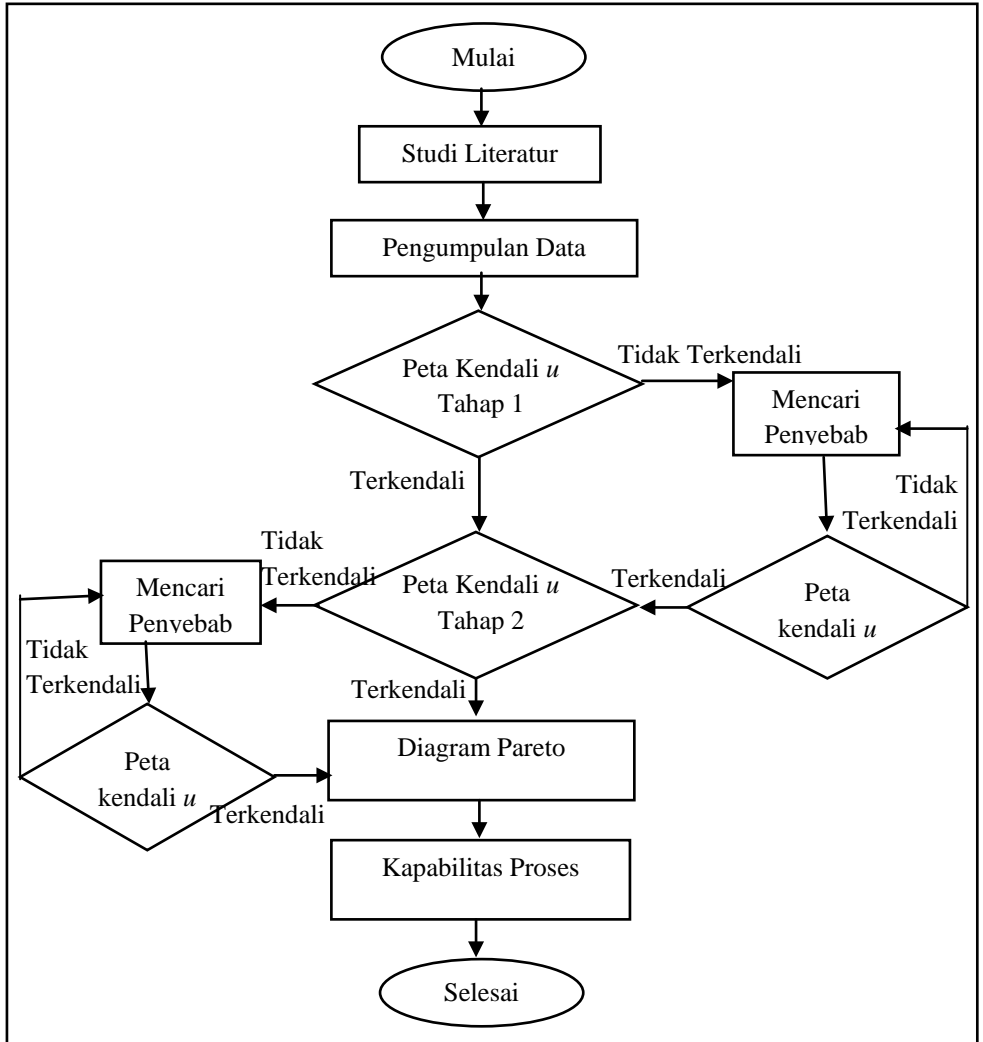
Langkah analisis dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis data dengan menggunakan peta kendali u , dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a Mengestimasi nilai-nilai yang akan digunakan sebagai batas kendali untuk pengendalian kualitas tahap 1,

- b. Membuat batas kendali,
 - c. Memplotkan hasil observasi pada peta kendali,
 - d. Jika ada sampel yang *out of control*, dilakukan identifikasi penyebabnya. Jika diketahui penyebabnya, maka sampel tersebut dieliminasi dan dihitung batas kendali yang baru. Proses ini dilakukan terus menerus hingga tidak ada lagi sampel yang *out of control* atau proses terkendali
 - e. Jika proses telah terkendali maka batas kendali di gunakan untuk pengendalian kualitas tahap 2.
 - f. Melakukan pengujian apakah terjadi perbaikan proses
 - g. Membuat diagram pareto
2. Menganalisis data dengan analisis kapabilitas proses, dengan langkah-langkah sebagai berikut.
- a. Mengestimasi nilai
 - b. Mencari nilai $Z(\hat{p}')$
 - c. Menghitung kapabilitas proses dari nilai Z
 - d. Membuat kesimpulan mengenai kapabilitas proses.

3.6 Diagram Alir

Gambar 3.1 merupakan diagram alir yang menggambarkan langkah penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Tahap I

Pada penelitian ini terdapat 2 tahap analisis, yaitu tahap I untuk data yang diperoleh pada pengamatan tahap I (data ditunjukkan pada Lampiran 1) dan analisis tahap II untuk data yang diperoleh pada pengamatan tahap II (data ditunjukkan pada Lampiran 2). Analisis tahap I dilakukan untuk mengetahui apakah proses produksi sigaret kretek tangan pada bagian giling dan gunting telah terkendali secara statistik serta mengetahui apakah proses kapabel. Selanjutnya analisis tahap II dilakukan untuk mengetahui apakah batas kendali yang diperoleh pada tahap I dapat digunakan pada proses-proses selanjutnya.

4.1.1 Karakteristik Subgrup

Dalam penelitian ini subgrup yang digunakan adalah pekerja pada bagian giling dan gunting yang bertugas menggiling rokok hingga rokok berupa batangan. Karakteristik pekerja yang beragam dapat menghasilkan kualitas hasil produksi yang beragam pula dikarenakan proses produksi dilakukan secara manual. Oleh karena itu perlu dilakukan deskripsi untuk mengetahui karakteristik pekerja. Berikut adalah karakteristik pekerja yang bertugas menggiling rokok.

Usia dan lama bekerja yang beragam dapat menghasilkan kualitas produk yang beragam pula. Berdasarkan data pada Lampiran 3, diperoleh karakteristik pekerja berdasarkan usia dan lama bekerja yang ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Karakteristik Pekerja Berdasarkan Usia dan Lama Bekerja

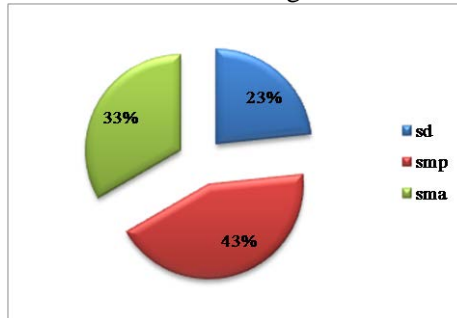
Karakteristik	N	Mean	St Deviasi	Minimum	Maksimum
Usia	30	37,8333	8,183	20,00	52,00
Lama Kerja	30	3,953	2,85	0,583	10,000

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa rata-rata usia pekerja yang bertugas menggiling rokok adalah 37,83 tahun dengan standar deviasi sebesar 8,183. Pekerja yang paling muda berusia 20 tahun sedangkan pekerja yang paling tua berusia 52 tahun.

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa rata-rata lama bekerja pekerja pada bagian giling dan gunting yang bertugas menggiling

rokok adalah 3,953 tahun dengan standar deviasi sebesar 2,85, dimana lama kerja yang paling tinggi adalah 10 tahun dan yang paling rendah adalah 7 bulan atau 0,583 tahun.

Berdasarkan data pada Lampiran 3, diperoleh karakteristik pekerja pada bagian giling berdasarkan tingkat pendidikannya yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Karakteristik Pekerja Berdasarkan Tingkat Pendidikan

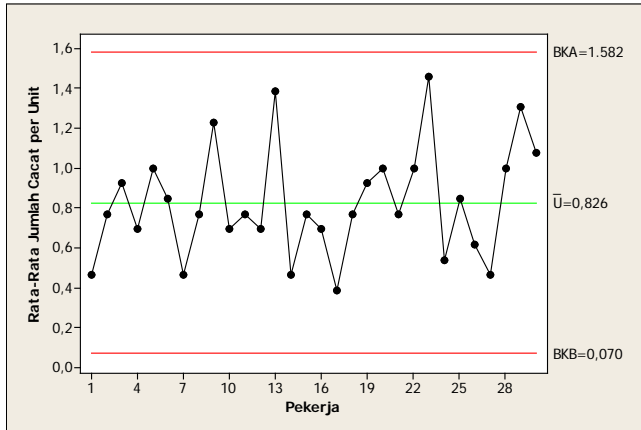
Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa dari 30 pekerja pada bagian giling, terdapat 43% pekerja dengan tingkat pendidikan SMP, 33% pekerja dengan tingkat pendidikan SMA dan 23% pekerja dengan tingkat pendidikan SD.

4.1.2 Analisis Peta Kendali u

Data yang diperoleh dari pengamatan proses produksi Sigaret Kretek Tangan bersifat atribut dan memiliki beberapa jenis cacat. Oleh karena itu data dianalisis menggunakan peta kendali atribut u . Berdasarkan Persamaan 2.1 dan 2.2 serta data pada Lampiran 1, diperoleh peta kendali yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2.

Gambar 4.2 merupakan peta kendali yang menggambarkan penyebaran variasi produk hasil proses produksi bagian giling dan gunting dilihat dari kualitas fisiknya, dimana sumbu horizontal menggambarkan subgrup dalam hal ini adalah pekerja pada bagian giling dan sumbu vertikal menggambarkan rata-rata jumlah cacat per batang rokok.

Berdasarkan Gambar 4.2 diketahui bahwa nilai \bar{u} sebesar 0,826, artinya dengan 6 jenis cacat dan 390 sampel rokok yang diamati, terdapat 322 jenis cacat.



Gambar 4.2 Peta Kendali u Tahap I

Berdasarkan Gambar 4.2 diperoleh batas kendali atas 1,582 dan batas kendali bawah 0,070, diketahui bahwa dari 30 pekerja tidak ada pekerja yang berada di luar batas kendali. Artinya proses produksi sigaret kretek tangan dilihat dari karakteristik kualitas fisiknya telah terkendali secara statistik.

4.1.3 Kapabilitas Proses

Setelah diketahui bahwa proses terkendali secara statistik, maka dilakukan analisis kapabilitas proses. Analisis kapabilitas proses dilakukan untuk mengetahui kemampuan proses dalam memproduksi produk yang sesuai. Berikut adalah perhitungan kapabilitas proses produksi Sigaret Kretek Tangan pada bagian giling dan gunting.

Langkah pertama yang dilakukan dalam menganalisis kapabilitas proses adalah menghitung peluang produk cacat (p^1).

$$p^1 = 1 - e^{-\bar{u}}$$

$$p^1 = 1 - e^{-0,826}$$

$$p^1 = 1 - 0,436$$

$$p^1 = 0,564$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa peluang satu batang rokok akan cacat sebesar 0,564. Setelah diperoleh

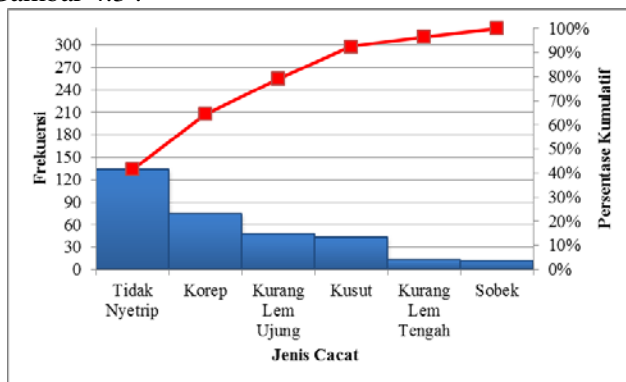
peluang produk cacat (p^1), maka dihitung indeks kapabilitas proses sebagai berikut.

$$P_{PK}^{\%} = \frac{Z(p^1)}{3} = \frac{Z(0,564)}{3} = \frac{0,161}{3} = 0,054$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa indeks kapabilitas proses sebesar 0,054. Proses dikatakan kapabel apabila indeks kapabilitas proses lebih besar dari 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi Sigaret Kretek Tangan bagian giling dan gunting belum kapabel atau kemampuan proses masih rendah dalam memproduksi produk yang sesuai dilihat dari kualitas fisiknya.

4.1.4 Identifikasi Penyebab

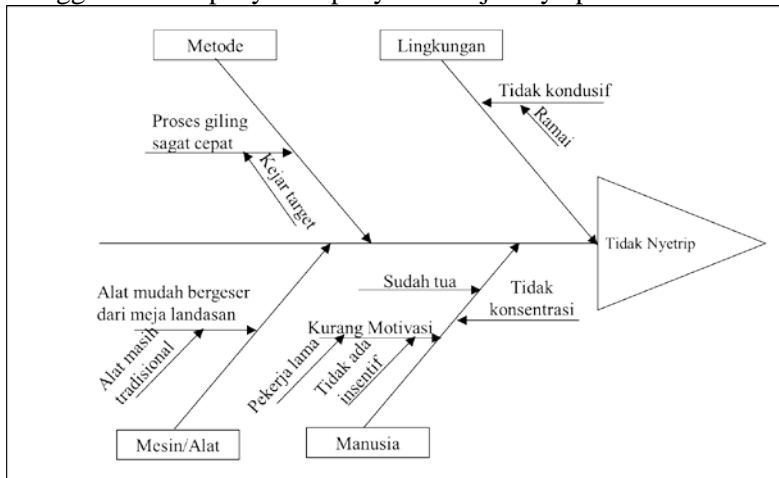
Berdasarkan analisis peta kendali u diketahui bahwa proses produksi sigaret kretek tangan pada bagian giling dan gunting telah terkendali secara statistik, namun pada analisis kapabilitas proses diketahui bahwa proses belum kapabel. Hal ini disebabkan karena jumlah produk cacat masih tinggi. Oleh karena itu dilakukan identifikasi penyebab produk cacat agar dapat dilakukan perbaikan proses. Sebelum dilakukan identifikasi penyebab produk cacat perlu diketahui jenis cacat apa yang paling sering terjadi untuk menetapkan prioritas perbaikan. Berdasarkan data pada Lampiran 1, diperoleh diagram pareto yang ditunjukkan oleh Gambar 4.3 .



Gambar 4.3 Diagram Pareto

Gambar 4.3 merupakan diagram pareto, dimana sumbu horizontal menggambarkan jenis cacat, sumbu vertikal pada sisi kiri menggambarkan frekuensi cacat dan sumbu vertikal pada sisi kanan menggambarkan persentase kumulatif cacat. Berdasarkan Gambar 4.3 diketahui bahwa cacat yang paling sering terjadi adalah tidak nyetrip yaitu gulungan kertas pembungkus rokok/ ambri tidak simetris sebesar 42%, selain itu jenis cacat yang paling sering terjadi yaitu korep atau adanya kotoran tembakau di perbatasan ambri sebesar 23% dan kurang lem pada bagian ujung rokok sebesar 15%. Sehingga 80% produk cacat di sebabkan oleh tidak nyetrip, korep dan kurang lem pada bagian ujung.

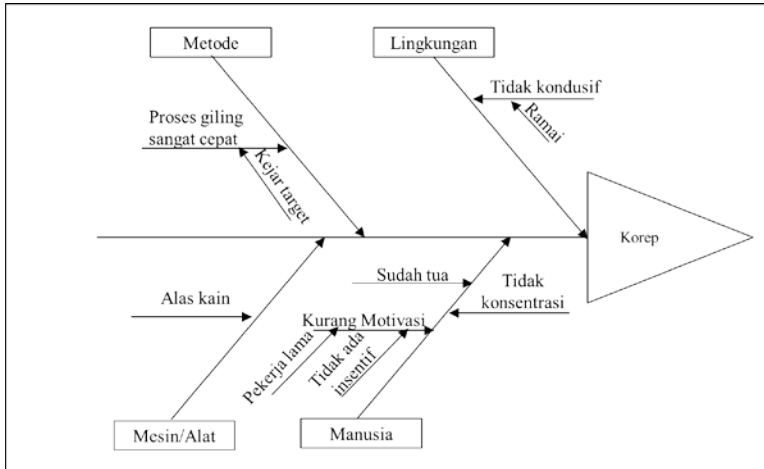
Setelah diketahui jenis cacat yang paling sering terjadi, maka dilakukan identifikasi penyebab terjadi cacat tersebut untuk dapat dilakukan perbaikan. Berikut adalah diagram *Ishikawa* yang menggambarkan penyebab-penyebab terjadinya produk cacat.



Gambar 4.4 Diagram *Ishikawa* Tidak Nyetrip

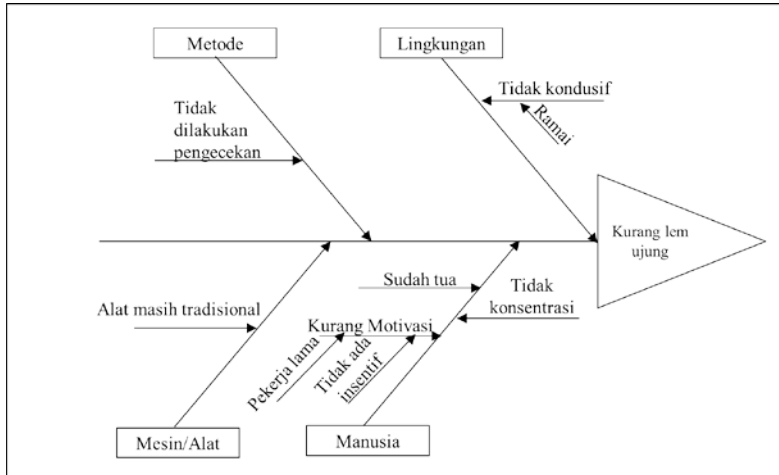
Gambar 4.4 merupakan diagram *Ishikawa* yang menunjukkan penyebab-penyebab produk tidak nyetrip. Penyebab utama produk tidak nyetrip adalah dari alat, yaitu alat yang digunakan mudah bergeser dari meja landasan karena alatnya masih tradisional. Selain itu dari segi manusia atau pekerja diketahui bahwa penyebab produk tidak nyetrip adalah pekerja sudah tua, tidak konsentrasi dan kurangnya motivasi kerja

dikarenakan tidak ada insentif atau *reward* yang diberikan jika pekerja bekerja dengan baik. Penyebab produk tidak nyetrip karena metode adalah proses giling sangat cepat. Penyebab produk tidak nyetrip karena lingkungan adalah tidak kondusif karena ramai.



Gambar 4.5 Diagram *Ishikawa* Korep

Gambar 4.5 merupakan diagram *Ishikawa* yang menunjukkan penyebab-penyebab produk korep atau terdapat kotoran tembakau di perbatasan pembungkus rokok. Penyebab utama produk korep adalah dari alat, yaitu alat yang digunakan masih tradisional yaitu alat giling yang terbuat dari kayu dengan alas kain, sehingga banyak sisa tembakau yang tertinggal pada alas dan menyebabkan terjadinya korep. Untuk penyebab produk korep dari segi manusia, metode dan lingkungan sama dengan penyebab produk tidak nyetrip. Selain itu dari segi manusia atau pekerja diketahui bahwa penyebab produk korep adalah pekerja sudah tua, tidak konsentrasi dan kurangnya motivasi kerja dikarenakan tidak ada insentif atau *reward* yang diberikan jika pekerja bekerja dengan baik. Penyebab produk korep karena metode adalah proses giling sangat cepat. Penyebab produk korep karena lingkungan adalah tidak kondusif karena ramai.



Gambar 4.6 Diagram *Ishikawa* Kurang Lem Pada Bagian Ujung

Gambar 4.6 merupakan diagram *Ishikawa* yang menunjukkan penyebab-penyebab produk kurang lem pada bagian ujung. Penyebab utama produk kurang lem pada bagian ujung adalah dari metode, yaitu tidak dilakukan pengecekan terhadap kertas yang telah dilem sebelum digiling. Untuk penyebab produk korep dari segi manusia, alat dan lingkungan sama dengan penyebab produk tidak nyetrip dan korep.

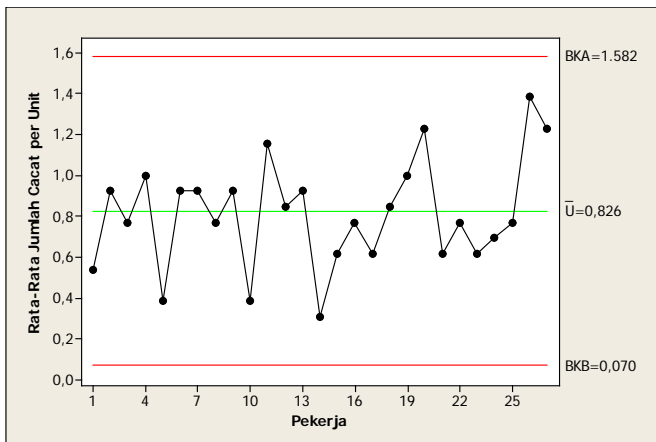
Berdasarkan penyebab yang telah diuraikan diatas, maka solusi yang dapat disarankan diantaranya adalah untuk masalah pekerja, sebaiknya perusahaan menggunakan tenaga kerja borongan dengan usia antara 25 hingga 35 tahun dan tingkat pendidikan SMA, karena pekerja borongan dengan usia tersebut memiliki motivasi dan semangat kerja yang tinggi. Hal ini disebabkan karena pekerja borongan menerima upah sesuai dengan jumlah produk baik yang mereka hasilkan, sedangkan pekerja tetap menerima gaji setiap bulan tanpa memperhitungkan produk baik yang mereka hasilkan. Untuk alat yang digunakan sebaiknya perusahaan mulai mengganti alat yang tradisional dengan alat yang lebih modern. Untuk metode yang digunakan sebaiknya perusahaan melakukan pengecekan terhadap kertas yang telah dilem sebelum digiling, karena hal itu lebih efisien dibanding merework produk cacat yang kurang lem. Untuk

lingkungan sebaiknya perusahaan mulai menciptakan lingkungan yang kondusif dan menyenangkan untuk meningkatkan semangat kerja para pekerja.

4.2 Analisis Tahap II

Setelah data yang diperoleh pada tahap I terkendali secara statistik, maka dilakukan pengambilan data pada tahap II. Analisis tahap II dilakukan untuk *continous improvement*, yaitu mengetahui apakah batas kendali pada tahap I dapat digunakan untuk tahap tahap selanjutnya, serta mengetahui apakah terjadi pergeseran proses antara tahap I dan tahap II.

Untuk mengetahui apakah batas kendali pada tahap I dapat digunakan untuk tahap selanjutnya maka data yang diperoleh dari pengamatan tahap II, diplot pada batas kendali peta u tahap I, dimana batas kendali atas sebesar 1,582, garis tengah sebesar 0,826 dan batas kendali bawah sebesar 0,070. Berdasarkan data pada Lampiran 2, diperoleh peta kendali u tahap II yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Peta Kendali u Tahap II

Berdasarkan Gambar 4.5 diketahui bahwa dengan menggunakan batas kendali atas, garis tengah dan batas kendali bawah peta kendali u tahap I, dari 27 pekerja tidak terdapat pekerja yang berada diluar batas kendali. Sehingga dapat

dikatakan proses produksi Sigaret Kretek Tangan dilihat dari kualitas fisiknya telah terkendali secara statistik dan batas kendali tahap I dapat digunakan untuk proses berikutnya.

4.3 Pergeseran Proses

Analisis yang digunakan untuk mengetahui pergeseran proses antara pengamatan tahap I dan pengamatan tahap II adalah *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA). Namun sebelum dilakukan analisis MANOVA, perlu dilakukan pengujian asumsi distribusi multivariat normal, Bartlett dan Box's M. Dalam analisis ini data yang digunakan adalah data pada Lampiran 4 karena data yang dibutuhkan untuk melakukan analisis ini adalah data yang sifatnya kontinue, sehingga data jumlah cacat pada Lampiran 1 dan Lampiran 2 ditransformasi menjadi data persentase cacat pada Lampiran 4.

4.3.1 Uji Distribusi Multivariat Normal

Uji distribusi multivariat normal dilakukan untuk mengetahui apakah data rata-rata jumlah cacat berdistribusi multivariat normal atau tidak. Hipotesis uji distribusi multivariat normal adalah sebagai berikut.

H_0 : data rata-rata jumlah cacat berdistribusi multivariat normal

H_1 : data rata-rata jumlah cacat tidak berdistribusi multivariat normal

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Berdasarkan data pada Lampiran 4 dan dengan menggunakan *macro* minitab pada Lampiran 5, diperoleh hasil pengujian distribusi multivariat normal pada Lampiran 7, dimana nilai t sebesar 0,600. Data dikatakan berdistribusi multivariat normal apabila nilai t lebih dari 0,5. Sehingga data rata-rata jumlah cacat telah memenuhi asumsi berdistribusi multivariat normal.

4.3.2 Uji Bartlett

Uji *Bartlett* dilakukan untuk mengetahui apakah data persentase cacat pada masing-masing variabel saling dependen. Hipotesis untuk uji *Bartlett* adalah sebagai berikut.

H_0 : tidak ada korelasi antar variabel

H_1 : ada korelasi antar variabel

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Berdasarkan data pada Lampiran 4, dengan menggunakan Persamaan 2.7 diperoleh hasil uji *Bartlett* pada Lampiran 8, dimana nilai Chi-Square sebesar 33,757 dan *P-value* sebesar 0,004. Dengan daerah kritis H_0 ditolak jika nilai Chi-Square lebih besar dibanding nilai chi-square dengan derajat bebas 6, diketahui bahwa nilai chi-square dengan derajat bebas 6 adalah 1,635. Maka keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak. Artinya ada korelasi antar variabel.

4.3.3 Uji Box's M

Uji Box's M dilakukan untuk menguji kehomogenan matriks varians kovarians dari rata-rata jumlah cacat tahap I dan tahap II. Hipotesis untuk uji Box's M adalah sebagai berikut.

H_0 : Matriks varians kovarians dari persentase cacat tahap I dan tahap II homogen

H_1 : Matriks varians kovarians dari persentase cacat tahap I dan tahap II tidak homogen

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Berdasarkan data pada Lampiran 4 diperoleh hasil uji Box's M pada Lampiran 9, dimana nilai Box's M sebesar 39,98, dengan daerah kritis H_0 ditolak jika nilai Box's M lebih besar dari nilai chi-square tabel dengan derajat bebas 63 (45,741). Maka keputusan yang diambil adalah H_0 gagal ditolak. Sehingga matriks varians kovarians dari persentase cacat tahap I dan tahap II homogen

4.3.4 MANOVA

Setelah semua asumsi terpenuhi maka dapat dilakukan analisis MANOVA. Untuk melakukan analisis MANOVA diperlukan data yang sifatnya kontinue, sehingga data yang digunakan dalam analisis ini adalah data persentase cacat pada Lampiran 4. Hipotesis dari MANOVA adalah sebagai berikut.

H_0 : tidak ada perbedaan antara persentase cacat tahap I dan tahap II

H_1 : ada perbedaan antara persentase cacat tahap I dan tahap II

Taraf signifikan : $\alpha = 0,05$

Berdasarkan Persamaan 2.11 diperoleh hasil analisis MANOVA pada lampiran 10, dimana nilai F sebesar 0,659. Dengan daerah

kritis H_0 ditolak jika nilai F lebih besar dari nilai $F_{(0,05,6,173)}$ (2,151), maka keputusan yang diambil adalah gagal tolak H_0 yang artinya tidak ada perbedaan proses tahap I dan tahap II atau tidak ada pergeseran proses.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada data hasil pengamatan proses produksi Sigaret Kretek Tangan di Perusahaan Rokok “XYZ” Ponorogo diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses produksi sigaret kretek tangan pada Bulan Maret dan April telah terkendali secara statistik, akan tetapi proses belum kapabel
2. Tidak ada perbedaan antara proses produksi pada Bulan Maret dan April
3. Jenis cacat yang paling sering terjadi adalah rokok tidak nyetrip atau gulungan pembungkus rokok tidak simetris dan korep atau terdapat kotoran tembakau pada perbatasan pembungkus rokok. Hal ini disebabkan karena alat yang digunakan masih tradisional sehingga alat mudah bergeser dari meja landasan dan sisa tembakau banyak yang tertinggal pada alas.

5.2 Saran

1. Perusahaan menggunakan tenaga kerja borongan dengan usia antara 25 hingga 35 tahun dan tingkat pendidikan SMA, karena pekerja borongan dengan usia tersebut memiliki motivasi dan semangat kerja yang tinggi.
2. Perusahaan mulai mengganti alat yang tradisional dengan alat yang lebih modern.
3. Perusahaan melakukan pengecekan terhadap kertas yang telah dilem sebelum digiling, karena hal itu lebih efisien dibanding merework produk cacat yang kurang lem.
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya digunakan jenis cacat yang benar-benar harus di *reject* atau tidak dapat dipasarkan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Bothe. (1997). *Measuring Process Capability*. United States of America: McGraw-Hill.
- Damayanti. (2011). *Analisis Kapabilitas Proses Produksi Filter Rokok Super Slin Jenis Mono di PT. "X"*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS
- Montgomery. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. United States of America: Wiley International.
- Rakhmania. (2010). *Pengendalian Kualitas Rokok Sigaret Kretek Tangan dengan Peta Kendali np Multivariat*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS.
- Rander, Heizer. (2008). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Rencher. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. United States of America: Wiley & Sons.
- Winchern and Johnson. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. United States of America: Pearson Education.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan Tahap I

Subgrup	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	Total
1	3	1	0	0	0	2	6
2	5	0	2	0	1	2	10
3	4	1	1	1	2	3	12
4	1	2	0	1	1	4	9
5	5	3	1	0	0	4	13
6	5	2	0	0	0	4	11
7	2	0	0	0	0	4	6
8	5	1	0	0	0	4	10
9	4	5	1	0	0	6	16
10	3	2	0	0	0	4	9
11	2	0	0	0	1	7	10
12	4	0	0	0	3	2	9
13	1	1	0	1	7	8	18
14	1	0	0	0	0	5	6
15	1	1	0	0	3	5	10
16	2	2	0	0	3	2	9
17	1	0	0	0	0	4	5
18	2	2	0	0	1	5	10
19	3	1	1	0	2	5	12
20	2	0	0	1	6	4	13
21	1	1	0	1	0	7	10
22	3	2	0	1	2	5	13
23	0	3	1	4	6	5	19
24	1	3	0	0	0	3	7

Subgrup	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	Total
25	3	6	1	0	0	1	11
26	2	0	0	0	0	6	8
27	1	1	0	0	0	4	6
28	1	0	2	2	3	5	13
29	4	3	1	1	2	6	17
30	2	0	0	0	4	8	14

Lampiran 2 Data Pengamatan Tahap II

Subgrup	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆	Total
1	2	2	0	0	3	0	7
2	8	1	0	0	1	2	12
3	3	0	0	0	6	1	10
4	3	1	0	1	2	6	13
5	1	2	0	1	1	6	11
6	3	2	0	0	0	6	11
7	1	0	0	1	0	3	5
8	6	1	1	0	0	3	11
9	1	0	0	1	5	5	12
10	1	1	0	0	0	2	4
11	6	2	0	0	0	2	10
12	3	0	0	0	6	5	14
13	1	0	0	0	1	1	3
14	4	1	0	2	2	3	12
15	1	0	0	0	1	5	7
16	2	0	0	0	3	4	9
17	2	1	0	0	1	3	7
18	1	0	0	0	0	9	10
19	6	1	0	0	0	5	12
20	2	5	0	0	1	7	15
21	1	1	0	0	1	4	7
22	1	0	0	0	1	6	8
23	1	1	0	0	1	4	7
24	4	0	0	0	1	5	10
25	1	0	0	0	1	7	9
26	3	3	2	0	5	4	17
27	3	1	0	0	3	8	15

Lampiran 3 Data Karakteristik Subgrup

No	Nama	Usia	Lama Kerja	Pendidikan
1	Ruliana	40	0,7	SMP
2	Ima	32	0,7	SMP
3	Binti	35	0,7	SMP
4	Sunarsih	43	6	SMP
5	Misrini	32	6	SMA
6	Bibit	42	4	SD
7	Ida	35	4	SMA
8	Tutik	32	4	SMA
9	Ati	30	4	SMP
10	Monah	52	8	SD
11	Maryulin	41	5	SMA
12	Mardiah	47	6	SD
13	Kusnia	52	7	SD
14	Peny	30	5	SMP
15	Widia	35	1	SMP
16	Endang	33	0,7	SMA
17	Warsiti	43	5	SMA
18	Mega	29	1	SMA
19	Siti Maryani	40	6	SMP
20	Erni	26	0,7	SMA
21	Tuini	45	10	SD
22	Supriati	47	6	SD
23	Surtini	43	10	SMP
24	Nurul	25	0,8	SMA
25	Yayuk	37	0,8	SMP
26	Anita	20	1	SMA
27	Hartik	34	0,6	SMP

No	Nama	Usia	Lama Kerja	Pendidikan
28	Wahyuni	50	5	SD
29	Sulastri	46	5	SMP
30	Asiah	39	4	SMP

Lampiran 4 Data Persentase Cacat

Tahap	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆
1	0,231	0,077	0,000	0,000	0,000	0,154
1	0,385	0,000	0,154	0,000	0,077	0,154
1	0,308	0,077	0,077	0,077	0,154	0,231
1	0,077	0,154	0,000	0,077	0,077	0,308
1	0,385	0,231	0,077	0,000	0,000	0,308
1	0,385	0,154	0,000	0,000	0,000	0,308
1	0,154	0,000	0,000	0,000	0,000	0,308
1	0,385	0,077	0,000	0,000	0,000	0,308
1	0,308	0,385	0,077	0,000	0,000	0,462
1	0,231	0,154	0,000	0,000	0,000	0,308
1	0,154	0,000	0,000	0,000	0,077	0,538
1	0,308	0,000	0,000	0,000	0,231	0,154
1	0,077	0,077	0,000	0,077	0,538	0,615
1	0,077	0,000	0,000	0,000	0,000	0,385
1	0,077	0,077	0,000	0,000	0,231	0,385
1	0,154	0,154	0,000	0,000	0,231	0,154
1	0,077	0,000	0,000	0,000	0,000	0,308
1	0,154	0,154	0,000	0,000	0,077	0,385
1	0,231	0,077	0,077	0,000	0,154	0,385
1	0,154	0,000	0,000	0,077	0,462	0,308
1	0,077	0,077	0,000	0,077	0,000	0,538
1	0,231	0,154	0,000	0,077	0,154	0,385
1	0,000	0,231	0,077	0,308	0,462	0,385
1	0,077	0,231	0,000	0,000	0,000	0,231
1	0,231	0,462	0,077	0,000	0,000	0,077
1	0,154	0,000	0,000	0,000	0,000	0,462
1	0,077	0,077	0,000	0,000	0,000	0,308

Tahap	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆
1	0,077	0,000	0,154	0,154	0,231	0,385
1	0,308	0,231	0,077	0,077	0,154	0,462
1	0,154	0,000	0,000	0,000	0,308	0,615
2	0,308	0,154	0,000	0,000	0,000	0,077
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,615	0,077	0,000	0,000	0,077	0,154
2	0,308	0,154	0,000	0,000	0,077	0,231
2	0,231	0,077	0,000	0,077	0,154	0,462
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,077	0,000	0,000	0,077	0,000	0,231
2	0,231	0,154	0,000	0,000	0,000	0,538
2	0,154	0,231	0,000	0,077	0,000	0,462
2	0,308	0,154	0,077	0,000	0,000	0,231
2	0,154	0,000	0,000	0,077	0,308	0,385
2	0,154	0,077	0,000	0,000	0,000	0,154
2	0,231	0,000	0,000	0,000	0,462	0,462
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,154	0,154	0,000	0,000	0,077	0,462
2	0,308	0,077	0,000	0,154	0,154	0,231
2	0,077	0,000	0,000	0,000	0,077	0,154
2	0,077	0,077	0,000	0,000	0,077	0,385
2	0,231	0,000	0,000	0,000	0,154	0,385
2	0,154	0,077	0,000	0,000	0,154	0,231
2	0,077	0,077	0,000	0,000	0,000	0,692
2	0,462	0,154	0,000	0,000	0,000	0,385
2	0,154	0,231	0,000	0,000	0,308	0,538
2	0,077	0,154	0,000	0,000	0,077	0,308
2	0,077	0,308	0,000	0,000	0,077	0,308

Tahap	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆
2	0,154	0,077	0,000	0,000	0,077	0,308
2	0,231	0,000	0,000	0,000	0,077	0,385
2	0,077	0,000	0,077	0,000	0,077	0,538
2	0,308	0,154	0,154	0,000	0,385	0,385
2	0,385	0,077	0,000	0,000	0,154	0,615

Lampiran 5 *Macro* Minitab Uji Distribusi Multivariat Normal

```

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

```

46

```
if t>0.5
```

```
  note distribusi data multinormal
```

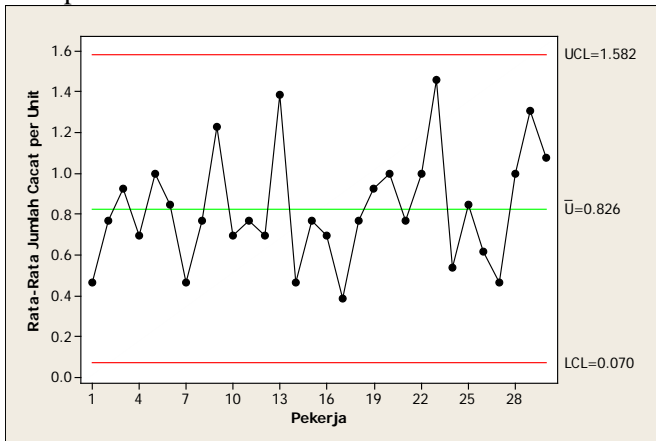
```
endif
```

```
if t<=0.5
```

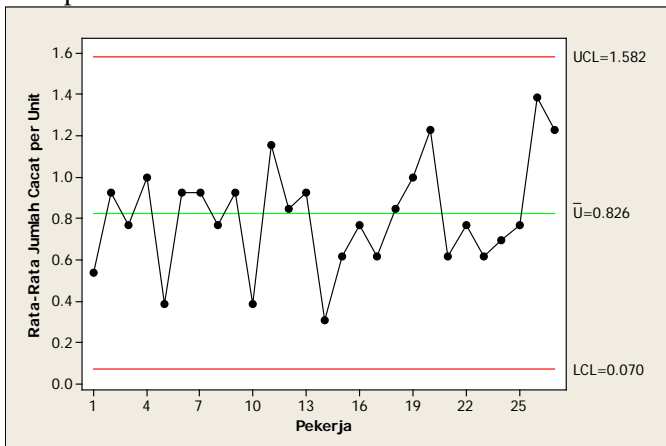
```
  note distribusi data bukan multinormal
```

```
endif
```

Lampiran 6 Output Peta Kendali Tahap 1



Tahap II



Lampiran 7 Output Uji Distribusi Multivariat Normal

Tahap I				Tahap II			
No	d_{ij}	No	d_{ij}	No	d_{ij}	No	d_{ij}
1	1,8247	16	5,314	1	4,0789	16	11,4759
2	16,482	17	2,4428	2	7,4939	17	2,986
3	4,0668	18	1,0491	3	14,612	18	1,3773
4	2,6527	19	3,1074	4	1,9847	19	1,6642
5	4,9284	20	8,5018	5	2,6064	20	1,4586
6	3,4178	21	6,213	6	7,4939	21	8,547
7	1,8601	22	2,2584	7	4,8306	22	6,1499
8	3,65	23	29,5489	8	3,5172	23	7,7141
9	10,421	24	4,2274	9	5,5694	24	1,9387
10	1,0936	25	17,0313	10	3,4746	25	7,1944
11	3,4034	26	3,197	11	3,3893	26	0,4506
12	5,6641	27	1,6485	12	1,7583	27	1,6667
13	11,632	28	17,7176	13	10,038	28	8,5767
14	2,8446	29	4,4754	14	7,4939	29	16,8801
15	2,754	30	6,0331	15	1,6502	30	6,4683

t	0,600
----------	-------

Lampiran 8 Output Uji Bartlett**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,511
	Approx. Chi-Square	33,757
Bartlett's Test of Sphericity	df	15
	Sig.	,004

Lampiran 9 Output Uji Box's M**Box's Test of Equality
of Covariance
Matrices^a**

Box's M	39,976
F	1,692
df1	21
df2	12372,787
Sig.	,025

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

Lampiran 10 Output Uji MANOVA

		Multivariate Tests^a			
Effect		Value	F	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,885	67,899 ^b	53,000	,000
	Wilks' Lambda	,115	67,899 ^b	53,000	,000
	Hotelling's Trace	7,687	67,899 ^b	53,000	,000
	Roy's Largest Root	7,687	67,899 ^b	53,000	,000
y	Pillai's Trace	,069	,659 ^b	53,000	,683
	Wilks' Lambda	,931	,659 ^b	53,000	,683
	Hotelling's Trace	,075	,659 ^b	53,000	,683
	Roy's Largest Root	,075	,659 ^b	53,000	,683

a. Design: Intercept + y

b. Exact statistic

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan pada tanggal 16 Mei 1994 di kota Madiun dengan nama lengkap Lintang Ayu Pratiwi. Penulis yang biasa dipanggil Lintang ini merupakan anak pertama dari empat bersaudara dengan mempunyai dua adik perempuan dan satu adik laki-laki. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Darul Ulum, SDN Bacem Madiun, SMP

Negeri 1 Geger Madiun, dan SMA Negeri 1 Geger Madiun. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Geger Madiun pada tahun 2012, penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa baru DIII reguler dan diterima di Jurusan DIII Statistika ITS. Penulis terdaftar dengan NRP 1312030045 serta sekaligus menjadi keluarga sigma 23 yaitu $\Sigma 23.123$. Penulis sempat menjadi staff Training Development di Divisi Statistics Computer Course HIMASTA ITS periode 2013/2014. Jika terdapat kritik dan saran dapat dikirim melalui e-mail penulis di lintangayu1605@gmail.com.