



TUGAS AKHIR - VS 180603

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
TUBE CLOSE UP GREEN 65GRAM DI
PT. BETTS INDONESIA MOJOKERTO**

Aulia Sige Mahara
NRP 10611600000034

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - VS 180603

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
TUBE CLOSE UP GREEN 65GRAM DI
PT. BETTS INDONESIA MOJOKERTO**

Aulia Sige Mahara
NRP 10611600000034

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - VS 180603

**CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF *TUBE*
CLOSE UP GREEN 65GRAM IN PT. BETTS
INDONESIA MOJOKERTO**

Aulia Sige Mahara
NRP 10611600000034

Supervisor:
Dra. Lucia Aridinanti, MT

Program Studi Diploma III
Departement of Business Statistic
Faculty of Vocational
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
TUBE CLOSE UP GREEN 65GRAM DI PT BETTS
INDONESIA MOJOKERTO**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Aulia Sige Mahara
NRP 1061160000034

SURABAYA, 27 MEI 2019

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



Scanned with
CamScanner

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
TUBE CLOSE UP GREEN 65GRAM DI PT. BETTS
INDONESIA MOJOKERTO**

Nama : Aulia Sige Mahara
NRP : 1061160000034
Program studi : Diploma III
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, MT.

ABSTRAK

PT. Betts Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang *packaging*, *laminated tube* dan kosmetik selain bergerak dalam bidang tersebut PT. Betts Indonesia juga memproduksi komponen-komponen yang digunakan untuk produk jadi. Salah satu produknya yaitu *laminated tube* yang merupakan produk utama dari PT. Betts Indonesia yang komponen-komponennya terdiri dari *cap*, *shoulder* dan *body tube*. Kualitas merupakan karakteristik dari suatu produk yang mempengaruhi kepuasan dari konsumen. Perusahaan dalam menentukan kualitas produk *tube Close Up Green 65gram* Divisi *Quality Assurance* (QA) hanya membandingkan produk dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan dan belum pernah dilakukan analisis menggunakan analisis kapabilitas proses sehingga tidak dapat diketahui apakah hasil produksi sudah kapabel atau belum. Penelitian ini melakukan analisis kapabilitas proses menggunakan peta kendali \bar{x} dan peta kendali *s*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pada bulan Januari dan Februari 2019 bahwa proses produksi tidak kapabel yang ditunjukkan dengan nilai C_p dan C_{pk} kurang dari 1 meskipun proses telah terkendali secara statistik.

Kata Kunci : *Kapabilitas Proses, Peta Kendali, Quality Control, Tube Length*

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF TUBE CLOSE UP GREEN 65 GRAM IN PT. BETTS INDONESIA MOJOKERTO

Name : Aulia Sige Mahara
NRP : 10611600000034
Study Program: Diploma III
Departement : Business Statistic, Faculty of Vocational ITS
Supervisor : Dra. Lucia Aridinanti, MT.

ABSTRACT

PT. Betts Indonesia is one of the companies engaged in packaging, laminate tube and cosmetics in addition to moving in the field PT. Betts Indonesia also produces components used for finished products. One of the products is laminate tube which is the main product of PT. Betts Indonesia whose components consist of stamp, shoulder and body tube. Quality is a characteristic of a product that affects customer satisfaction. The company in determining the quality of the Close Up Green 65gram tube product Quality Assurance Division (QA) only compares products with specifications that have been determined by the company and has never been analyzed using process capability analysis so it cannot be known whether the production results are capable or not. This research analyzes process capabilities using control maps and control maps. The results obtained from this study are in January and February 2019 that the production process is not capable which is indicated by a value of Cp and Cpk less than 1 even though the process has been statistically controlled..

Keyword : *Control Map, Process Capability, Quality Control, Tube Length*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI TUBE CLOSE UP GREEN 65GRAM DI PT. BETTS INDONESIA MOJOKERTO”**. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran dengan sabar serta dukungan yang sangat besar kepada penulis untuk dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen penguji serta validator yang telah memberikan banyak saran untuk kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Noviyanti Santoso, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran untuk kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah menyediakan fasilitas dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama selaku Sekretaris Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
6. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Diploma III dan selaku dosen wali yang banyak memberikan semangat, motivasi, dan nasihat selama menempuh pendidikan.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Statistika Bisnis yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan.
8. Seluruh Tenaga Kependidikan Statistika Bisnis yang membantu kelancaran dan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.

9. Bapak Yasin selaku Manajer Departemen Quality Control yang telah mengizinkan penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir di PT Betts Indonesia.
10. Bapak Dani, Bapak Latif, Bapak Indra dan Ibu Nurul selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing dengan sabar selama masa penelitian di PT Betts Indonesia.
11. Ayah dan Ibu yang telah memberikan semangat, doa, dan kasih sayang serta motivasi kepada penulis sehingga dimudahkan dan dilancarkan dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
12. Sahabat-sahabat penulis yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi kepada penulis.
13. Senior-senior dari Departemen Statistika Bisnis yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis yang telah membantu ketika penulis membutuhkan pencerahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Teman-teman Angkatan 2016 “Berdikari” Departemen Statistika Bisnis yang telah bekerja sama dengan baik selama penulis menempuh pendidikan dan memberikan pengalaman serta kenangan yang berharga bagi penulis.
15. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang membangun sehingga laporan ini dapat mencapai kesempurnaan dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengerjaan laporan berikutnya.

Surabaya, 27 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITTLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Uji Distribusi Normal.....	5
2.2 Peta Kendali Variabel.....	6
2.2.1 Peta Kendali s	6
2.2.2 Peta Kendali \bar{x}	8
2.3 Uji Keacakan Data.....	9
2.4 Indeks Kapabilitas Proses.....	10
2.5 Membandingkan Dua Populasi	11
2.5.1 Uji varians dan Uji Kesamaan Rata-rata.....	11
2.6 Diagram <i>Ishikawa</i>	14
2.7 Produk PT. Betts Indonesia	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	17
3.2 Sumber Data dan Metode Pengambilan Sampel	17
3.3 Langkah Analisis.....	18
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Kapabilitas Proses Produksi <i>Laminate Tube Close Up Green 65gram Bulan Januari 2019</i> ...	23

4.1.1	Pengujian Distribusi Normal Bulan Januari 2019.....	23
4.1.2	Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Januari 2019.....	24
4.1.3	Pengujian Keacakan Data Bulan Januari 2019.....	27
4.1.4	Indeks Kapabilitas Proses Bulan Januari 2019.....	28
4.2	Perbandingan Hasil Produksi Laminat Tube Bulan Januari dan Februari 2019.....	28
4.2.1	Karakteristik Data Tube Length Bulan Januari dan Februari 2019.....	28
4.2.2	Uji Kesamaan Varians dan Rata-rata Tube Length.....	29
4.3	Analisis Kapabilitas Proses Produksi Laminat Tube Close Up Green 65gram Bulan Februari 2019	30
4.3.1	Pengujian Distribusi Normal Bulan Februari 2019.....	30
4.3.2	Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Februari 2019.....	31
4.3.3	Pengujian Keacakan Data Bulan Februari 2019.....	33
4.3.4	Indeks Kapabilitas Proses Bulan Februari 2019.....	34
4.4	Faktor-faktor Penyebab Ketidaksesuaian Tube Length.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		39
LAMPIRAN		41
BIODATA PENULIS		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data.....	8
Tabel 2.2 Struktur Data Uji t	13
Tabel 3.1 Struktur Data.....	18

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Diagram <i>Ishikawa</i>	15
Gambar 3.1 Contoh Produk	17
Gambar 3.2 Diagram Alir	20
Gambar 4.1 <i>Scatterplot</i> Distribusi Normal <i>Tube Length</i> Bulan Januari 2019	24
Gambar 4.2a Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Januari 2019.....	25
Gambar 4.2b Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Januari 2019	25
Gambar 4.3a Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Januari 2019 Perbaikan Pertama.....	26
Gambar 4.3b Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Januari 2019 Perbaikan Pertama.....	26
Gambar 4.4 <i>Scatterplot</i> Distribusi Normal <i>Tube Length</i> Bulan Februari 2019	31
Gambar 4.5a Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Februari 2019.....	32
Gambar 4.5b Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Februari 2019	32
Gambar 4.6a Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Februari 2019 Perbaikan Pertama.....	33
Gambar 4.6b Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Februari 2019 Perbaikan Pertama.....	33
Gambar 4.7 Diagram <i>Ishikawa</i> Bulan Januari dan Februari 2019.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data hasil pemeriksaan <i>tube length</i> produk Close Up Green 65gram bulan Januari 2019.....	41
Lampiran 2. Data hasil pemeriksaan <i>tube length</i> produk Close Up Green 65gram bulan Januari 2019.....	42
Lampiran 3. <i>Output Software</i> Hasil Analisis Asumsi Distribusi Normal Bulan Januari 2019.....	43
Lampiran 4. <i>Output Software</i> Hasil Analisis Asumsi Distribusi Normal Bulan Februari 2019.....	43
Lampiran 5. <i>Output Software</i> Hasil Uji Keacakan Bulan Februari 2019.....	44
Lampiran 6. <i>Output Software</i> Hasil Uji Keacakan Bulan Januari 2019.....	44
Lampiran 7. <i>Output Software</i> Hasil Pengujian Dua Populasi Bulan Januari dan Februari 2019	45
Lampiran 8. <i>Output Software</i> Hasil Kapabilitas Proses Bulan Januari 2019	46
Lampiran 9. <i>Output Software</i> Hasil Kapabilitas Proses Bulan Februari 2019	46
Lampiran 10. Tabel <i>Kolmogorv-Smirnov</i>	47
Lampiran 11. Tabel Distribusi <i>F</i>	47
Lampiran 12. Tabel Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel.....	48
Lampiran 13. Tabel Distribusi <i>t</i>	49
Lampiran 14. Tabel Harga – Harga Kritis Atas untuk R dalam Uji Rangkaian.....	50
Lampiran 15. Tabel Harga – Harga Kritis Bawah untuk R dalam Uji Rangkaian.....	51
Lampiran 16. Surat Keterangan Pengambilan Data	52
Lampiran 17. Surat Pernyataan Keaslian Data	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang industri tidak lepas dari pengendalian mutu dalam proses produksi maupun hasil produksi. Persaingan antar perusahaan untuk memikat konsumen dalam memperoleh pangsa pasar menuntut perusahaan untuk mampu memproduksi produk yang bisa bertahan di pasaran yaitu dengan menjaga kualitas produk itu sendiri dimana kualitas suatu produk didasarkan pada pengukuran karakteristik tertentu sehingga penting bagi perusahaan untuk menjaga kualitas dari suatu produk. PT Betts Indonesia merupakan perusahaan *job order* dalam dunia teknologi industri dan dunia bisnis yang menghasilkan produk-produk *laminare tube*, *packaging* dan kosmetik. Produk *laminare tube* yang berkualitas diproduksi PT. Betts Indonesia dibagi berdasarkan bahan baku utamanya yaitu ABL (*Aluminium Barrier Laminare*) dan PBL (*Plastic Barrier Laminare*).

PT. Betts Indonesia yang berada di daerah Ngoro, Mojokerto Provinsi Jawa Timur merupakan perusahaan yang menyajikan berbagai merk global, regional maupun lokal di Asia Tenggara melalui tiga pabrik utama yang memproduksi *compacts*, *tubes*, *lipsticks*, *face powder case*, *jars*, *beauty accessoris*, *dispensings system*, *bottles* dan *lip gloss*. Teknologi yang digunakan oleh PT. Betts Indonesia – Albea sangat modern dan menarik bagi dunia pendidikan untuk dilakukan penelitian khususnya dibidang industri. PT. Betts Indonesia – Albea memiliki Departemen *Quality Assurance* (QA) yang salah satu tugasnya yaitu memastikan semua hasil produksi harus sesuai dengan standar spesifikasi dan sistem rencana mutu berjalan lancar dan benar serta menjaga reputasi perusahaan yang baik untuk kualitas hasil produksi dan jasa. Sehingga PT Betts Indonesia menggunakan ISO 9002 dan ISO 9001:2008 untuk standar keselamatan dan kualitas hasil produksi. Produk utama dari PT. Betts Indonesia yang berada di Ngoro adalah *laminare tube* dimana produk tersebut menggunakan dua jenis material bahan

baku yaitu ABL atau PBL yang digunakan oleh *customer* mereka untuk *packaging* produk seperti *oral care*, *personal care*, dan *pharmaceutical products*. *Laminate tube* yang dihasilkan oleh PT Betts Indonesia menjalani rangkaian proses produksi yang harus dimulai dari *printing* material bahan baku *web* dari ABL atau PBL yang menghasilkan *printed web* sampai proses pengepakan dalam bentuk *laminate tube*. *Customer* terbesar PT. Betts Indonesia adalah Unilever dan Yasulor. Keduanya merupakan perusahaan yang memproduksi produk *oral care*, *personal care*, *pharmaceutical products* dan *cosmetic*.

Salah satu produk PT. Betts Indonesia yang menggunakan material bahan baku ABL yaitu Close Up Green 65gram. Selama proses produksi Close Up Green 65gram tentunya sering mengalami ketidaksesuaian produk dengan standar yang telah ditentukan. Proses produksi *laminate tube* Close Up Green 65gram terdiri dari *printing*, dan penggabungan semua komponen (diantaranya yaitu *cap*, *shoulder* dan *printed web*) proses ini dinamakan *welding*. Salah satu proses produksi yang paling diperhatikan adalah pada saat proses *welding*. *Welding* merupakan proses untuk memotong *printed web* sesuai standar yang telah ditentukan. Karakteristik kualitas pada proses *welding* dari produk Close Up Green 65gram adalah *tube length*. Jika karakteristik kualitas tersebut tidak memenuhi standar yang telah ditentukan, maka menyebabkan produk cacat dan mengakibatkan *External Block Batch* (EBB) atau pengembalian produk dari *customer*. Departemen QA belum melakukan pengendalian kualitas secara statistik dan hanya menggunakan *checksheet* dalam melakukan *quality control* pada proses produksi *laminate tube* Close Up Green 65gram. Karakteristik kualitas yang diukur pada *tube length* Close Up Green 65gram bersifat variabel dengan hanya satu karakteristik. Sehingga perlu dilihat dengan menggunakan peta kendali univariat, yaitu peta kendali $\bar{X} - S$ serta dilanjutkan dengan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui apakah dari hasil produksi tersebut sudah kapabel secara statistik atau tidak.

Penelitian mengenai analisis kapabilitas proses produksi *tube* Pepsodent 75gram di PT Betts Indonesia telah dilakukan

sebelumnya (Khoiriah, 2018) yang memberikan hasil bahwa proses produksi *tube* tidak kapabel. Penelitian itu dilakukan pada tanggal 1-15 April 2018 untuk Fase I dan Fase II pada tanggal 16-30 April 2018 serta penyebab ketidaksesuaian pada produk *tube* Pepsodent 75gram diakibatkan oleh mesin.

1.2 Perumusan Masalah

Laminate tube Close Up Green 65gram merupakan salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Betts Indonesia. Produk ini merupakan jenis produksi dari ABL (Aluminium Barrier Laminate) yang menghasilkan *printed web* sampai dengan pengepakan dalam bentuk *laminate tube*. Divisi QA menentukan kualitas terhadap produk Close Up Green 65gram hanya dilakukan pemeriksaan kemudian membandingkan hasil produksi dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan tanpa dilakukan analisis lebih mendalam dengan menggunakan analisis kapabilitas proses sehingga tidak diketahui apakah hasil proses produksi sudah kapabel atau belum dan tidak dapat dilakukan perbaikan produksi. Secara detail permasalahannya adalah bagaimana kapabilitas proses produksi dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan ketidaksesuaian hasil produksi *laminate tube* Close Up Green 65gram pada periode Januari dan Februari tahun 2019.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Melakukan analisis kapabilitas proses produksi *laminate tube* Close Up Green 65gram.
2. Mengetahui penyebab-penyebab ketidaksesuaian hasil produksi *laminate tube* Close Up Green 65gram.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Mampu memberikan informasi bagi PT. Betts Indonesia terhadap hasil analisis pengendalian kualitas statistika serta penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada proses produksi *laminate tube* Close Up Green 65gram sehingga

dapat dilakukan peningkatan kualitas produk *laminated tube* Close Up Green 65gram

2. Memberikan informasi bagi PT. Betts Indonesia terhadap hasil analisis kapabilitas proses agar dapat dilakukan *continuous improvement*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data yang berasal dari proses *welding* pada *shift* 1(pagi) pukul 06.00 – 14.00 WIB produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram PT. Betts Indonesia untuk bulan Januari dan Februari tahun 2019.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Metode yang sesuai untuk mencapai tujuan pertama seperti yang diuraikan di Bab 1.3 adalah analisis kapabilitas proses dengan menggunakan peta kendali variabel yaitu peta kendali $\bar{x} - s$. Peta kendali $\bar{x} - s$ lebih sensitif dalam mendeteksi perubahan proses untuk sampel (n) yang besarnya lebih dari 10 (Montgomery, 2013). Sedangkan untuk mencapai tujuan kedua digunakan diagram *ishikawa* untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian produk.

2.1 Uji Distribusi Normal

Uji *Kolmogorov-Smirnov* digunakan untuk data kontinu yang membedakan antara Uji *Kolmogorov-Smirnov* dan Uji *Chi-Square* yang menggunakan data nominal. Uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah pengujian hipotesis nol yang menyatakan bahwa dua buah sampel telah ditarik dari populasi yang sama atau identik dan selain itu juga memiliki sifat-sifat yang sama dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov*. Dalam pengujian ini pemusatan perhatian ada pada dua buah fungsi distribusi kumulatif yaitu distribusi kumulatif yang dihipotesiskan dan distribusi kumulatif yang teramati. Dengan notasi $F(x)$ untuk menyatakan suatu fungsi distribusi kumulatif. Untuk suatu nilai x , $F(x)$ adalah peluang bahwa nilai variabel acak X kurang dari atau sama dengan x .

Penarikan sebuah sampel acak dari suatu fungsi distribusi $F(x)$ yang belum diketahui maka dapat dipastikan berkesimpulan bahwa $F(x) = F_0(x)$ untuk semua x . Jika diantara keduanya diharapkan ada kecocokan yang erat antara $F_0(x)$ dan $S(x)$ fungsi distribusi sampel atau fungsi distribusi empiris. Tujuan Uji *Kolmogorov Smirnov* adalah menegaskan apakah kurangnya kecocokan antara $F_0(x)$ dan $S(x)$ memadai untuk menyatakan keraguan terhadap $F(x) = F_0(x)$ yang diegaskan dengan hipotesis dan statistik uji pada Persamaan 2.1 (Daniel, 1989).

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ (Data berdistribusi normal)

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ (Data tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$D = \sup |S(x) - F_0(x)| \quad (2.1)$$

Jika ditetapkan tingkat signifikansi sebesar α maka H_0 ditolak jika nilai statistik uji (D) > nilai tabel ($D_{n;\alpha}$) atau $P_{\text{value}} < \alpha$.

2.2 Peta Kendali Variabel

Peta kendali adalah gambar atau peta tentang penyebaran kualitas hasil proses produksi. Peta kendali variabel digunakan untuk melakukan pengendalian kualitas secara statistika pada data yang diperoleh melalui pengukuran dan dinyatakan dalam skala kontinu. Salah satu peta kendali variabel yaitu $\bar{x} - s$ yang digunakan untuk mengendalikan *mean* proses (peta kendali \bar{x}) dan variabilitas proses (peta kendali s). Batas Kendali (BK) didasarkan pada ekspektasi Karakteristik Kualitas (KK) dengan penambahan atau pengurangan dari nilai k yang dikalikan akar dari varians(KK). Persamaan yang bisa menjelaskan yaitu Persamaan 2.2.

$$BK = E(KK) \pm k\sqrt{\text{var}(KK)} \quad (2.2)$$

2.2.1 Peta Kendali s

Peta kendali s digunakan apabila ukuran sampel n cukup besar, misalnya $n > 10$ atau 12. Peta kendali s digunakan untuk melihat dan mengendalikan variabilitas proses yang mempunyai karakteristik kualitas berskala kontinu yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran (Montgomery, 2013). Struktur data untuk peta kendali s dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Jika σ tidak diketahui, maka langkah pertama yang dilakukan yaitu menghitung standar deviasi tiap subgrup dengan menggunakan Persamaan 2.3.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

Jika nilai s_i telah dihitung, maka langkah selanjutnya adalah mencari rata-rata dari standar deviasi masing-masing subgrup dengan menggunakan Persamaan 2.4.

$$\bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i \quad (2.4)$$

Setelah menghitung nilai s_i dan \bar{s} , maka langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) untuk peta kendali s menggunakan Persamaan 2.5.

$$BKA = \bar{s} + 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$GT = \bar{s} \quad (2.5)$$

$$BKB = \bar{s} - 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$$

Jika $B_3 = 1 - \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$ dan $B_4 = 1 + \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$ dengan

statistik \bar{s}/c_4 merupakan penaksir tak bias untuk σ dengan α yang dinotasikan dengan k sebesar 3. Nilai c_4 merupakan suatu konstanta yang tergantung pada ukuran sampel n pada Lampiran 12. Maka untuk menghitung nilai batas kendali peta kendali s dapat dituliskan pada Persamaan 2.6.

$$BKA = B_4 \bar{s}$$

$$GT = \bar{s} \quad (2.6)$$

$$BKB = B_3 \bar{s}$$

Jika pada peta kendali s terdapat subgrup yang *out of control* maka dilakukan pengendalian dengan cara mencari penyebabnya. Jika penyebabnya *assignable causes*, maka mengeluarkan subgrup tersebut dan membuat peta kendali s yang baru. Jika penyebabnya adalah *random causes*, maka peta kendali s dianggap sudah terkendali secara statistika. Setelah peta kendali s terkendali maka dapat dilakukan pengendalian *mean* proses menggunakan peta kendali \bar{x} .

Tabel 2.1 Struktur Data

Subgrup	Ukuran Subgrup						\bar{X}	S
	X_1	X_2	...	X_j	...	X_n		
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	\bar{x}_1	s_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	\bar{x}_2	s_2
:	:	:	:	:	:	:	:	:
i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}	\bar{x}_i	s_i
:	:	:	:	:	:	:	:	:
m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mj}	...	x_{mn}	\bar{x}_m	s_m
Rata-rata							$\bar{\bar{x}}$	\bar{s}

2.2.2 Peta Kendali \bar{x}

Variabilitas proses dari peta kendali s telah terkendali secara statistika maka dapat dilanjutkan melakukan pengendalian *mean* proses dengan menggunakan peta kendali \bar{x} . Peta kendali \bar{x} digunakan untuk memantau *mean* proses yang mempunyai karakteristik kualitas berskala kontinu yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran (Montgomery, 2013). Struktur data untuk peta kendali \bar{x} dapat dilihat pada Tabel 2.1. Langkah-langkah dalam membuat peta kendali \bar{x} sebagai berikut.

Menghitung nilai rata-rata dari masing-masing subgrup jika variabel randomnya adalah x_i dengan menggunakan Persamaan 2.7.

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (2.7)$$

Menghitung nilai rata-rata dari rata-rata subgrup jika variabel randomnya adalah \bar{x}_i dengan menggunakan Persamaan 2.8.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i \quad (2.8)$$

Setelah menghitung nilai \bar{x}_i dan $\bar{\bar{x}}$, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) untuk peta kendali \bar{x} dengan menggunakan Persamaan 2.9.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{s}}{c_4\sqrt{n}} \\
 GT &= \bar{\bar{x}} \\
 BKB &= \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{s}}{c_4\sqrt{n}}
 \end{aligned}
 \tag{2.9}$$

Jika $A_3 = 3/(c_4\sqrt{n})$ dengan statistik \bar{s}/c_4 merupakan penaksir tak bias untuk σ dengan α yang dinotasikan dengan k sebesar 3. Nilai c_4 merupakan suatu konstanta yang tergantung pada ukuran sampel n . Maka untuk menghitung nilai batas kendali peta kendali \bar{x} dapat dituliskan pada persamaan 2.10.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \bar{\bar{x}} + A_3\bar{s} \\
 GT &= \bar{\bar{x}} \\
 BKB &= \bar{\bar{x}} - A_3\bar{s}
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$

Jika pada peta kendali \bar{x} terdapat data yang *out of control* maka dilakukan pengendalian dengan cara mencari penyebabnya. Jika penyebabnya *assignable causes*, maka mengeluarkan data tersebut dan membuat peta kendali \bar{x} yang baru. Jika penyebabnya adalah *random causes*, maka peta kendali \bar{x} dianggap sudah terkendali secara statistika.

2.3 Uji Keacakan data

Uji keacakan atau *run test* adalah uji deret yang digunakan untuk mengecek apakah semua pengamatan yang berada di dalam batas kendali telah menyebar secara acak atau tidak. Syarat suatu proses produksi dikatakan terkendali jika semua pengamatan berada di dalam batas kendali atas dan bawah serta menyebar secara acak. Uji keacakan ini didasarkan pada adanya runtun. Runtun adalah deretan huruf-huruf atau tanda-tanda yang identik dan diikuti oleh satu huruf atau satu tanda yang berbeda secara berkesinambungan membentuk suatu barisan huruf/tanda. Uji keacakan dilakukan dengan menentukan *median* dari suatu sampel, selisih dari nilai observasi (x_i) dan nilai *median* jika bernilai positif maka masuk pada kelompok pertama (n_1), jika

bernilai negatif maka masuk pada kelompok kedua (n_2) (Daniel, 1989).

Hipotesis

H_0 : Data pengamatan telah terambil secara acak

H_1 : Data pengamatan terambil secara tidak acak

Statistik Uji: r = banyaknya runtun yang terjadi

Daerah Kritis: Tolak H_0 jika $r < r_{bawah}$ atau $r > r_{atas}$. r_{bawah} atau r_{atas} diperoleh dari tabel dari tabel nilai kritis untuk n_1 dan $n_2 < 20$ atau $P_{value} < \alpha$.

Statistik uji untuk sampel besar apabila n_1 dan $n_2 > 20$ menggunakan Persamaan 2.11.

$$z = \frac{r - \left[\frac{1}{2} \left(\frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} \right) + 1 \right]}{\sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}}} \quad (2.11)$$

Dengan daerah penolakan H_0 ditolak jika $Z > Z_{\alpha/2}$ dan $Z < -Z_{\alpha/2}$ untuk n_1 dan $n_2 \geq 20$.

2.4 Indeks Kapabilitas Proses

Indeks kapabilitas proses (Cpk) merupakan kemampuan dari proses untuk memenuhi spesifikasi dari keseluruhan program peningkatan kualitas. Asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis kapabilitas proses adalah proses telah terkendali secara statistika, apabila proses tidak terkendali secara statistika maka proses tidak dapat diperkirakan kemampuannya. Kapabilitas proses digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendalian proses statistik. Proses dikatakan kapabel jika presisi dan akurasi proses tinggi. Presisi adalah kedekatan antara pengamatan satu dengan pengamatan lainnya yang ukurannya dapat ditunjukkan oleh variabilitas (σ), sedangkan akurasi adalah kedekatan antara pengamatan dengan batas spesifikasi (Pyzdek, 2003). Kapabilitas proses untuk data yang memiliki karakteristik kualitas variabel dapat diukur melalui nilai Cp untuk presisi (μ) dan Cpk untuk akurasi yang dijelaskan sebagai berikut (Montgomery, 2013).

Presisi dikatakan tinggi jika memiliki nilai $C_p \geq 1$, maka nilai selisih dari Batas Spesifikasi Atas (BSA) dan Batas Spesifikasi Bawah (BSB) harus lebih besar dari keragaman (σ) hasil proses produksi, sehingga rasio kemampuan proses atau indeks kemampuan proses (C_p) dijelaskan pada Persamaan 2.12.

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad (2.12)$$

Nilai C_{pk} mewakili kemampuan sesungguhnya dari suatu proses dengan parameter nilai tertentu, akurasi dikatakan tinggi jika memiliki nilai $C_{pk} \geq 1$. *Capability Process Upper* (C_{PU}) digunakan jika suatu produk mempunyai batas spesifikasi atas saja. *Capability Process Lower* (C_{PL}) digunakan jika suatu produk mempunyai batas spesifikasi bawah saja. Selisih nilai BSA atau BSB dengan rata-rata populasi (μ) harus lebih besar dari σ hasil proses produksi dalam populasi yang dijelaskan pada Persamaan 2.13.

$$C_{PU} = \frac{BSA - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{PL} = \frac{\mu - BSB}{3\sigma} \quad (2.13)$$

$$C_{pk} = \min(C_{PU}, C_{PL})$$

2.5 Membandingkan Dua Populasi

Membandingkan dua populasi dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan proses antara populasi satu dengan populasi lainnya. Metode yang dapat digunakan yaitu *t-test* atau uji *t* untuk membandingkan *mean* proses dua populasi.

2.5.1 Uji Varians dan Uji Kesamaan Rata-rata

Biasanya dalam melakukan penelitian digunakan dua sampel atau lebih sebagai objek penelitiannya. Salah satu analisis yang digunakan untuk membandingkan varians dan *mean* dua populasi adalah uji *F* dan uji *t* untuk dua populasi yang saling bebas.

Uji *F* digunakan untuk membandingkan varians pada dua populasi. Membandingkan varians dua populasi dilakukan dengan

menentukan varians populasi 1 (s_1^2) dan varians populasi 2 (s_2^2) dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (Tidak ada perbedaan varians antara populasi 1 dan populasi 2)

H_1 : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (Ada perbedaan varians antara populasi 1 dan populasi 2)

Statistik uji yang dijelaskan pada Persamaan 2.14.

$$F_0 = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (2.14)$$

Jika ditetapkan tingkat signifikan sebesar α maka H_0 ditolak jika $F_0 < f_{(1-\alpha/2; n_1-1; n_2-1)}$ atau $F_0 > f_{(\alpha/2; n_1-1; n_2-1)}$,

Uji t digunakan untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan (kesamaan) rata-rata antara dua populasi (Montgomery, 2013). Struktur data untuk melakukan uji t dapat dilihat pada Tabel 2.2. Membandingkan dua populasi dilakukan dengan menentukan rata-rata sampel populasi fase 1 (\bar{x}_1), rata-rata sampel populasi fase 2 (\bar{x}_2), standar deviasi sampel fase 1 (s_1), standar deviasi sampel fase 2 (s_2), gabungan dua standar deviasi dari fase 1 dan fase 2 (S_{pooled}), banyaknya sampel dari populasi fase 1 (n_1), dan banyaknya sampel dari populasi fase 2 (n_2) yang dijelaskan sebagai berikut pada persamaan 2.15 dan 2.16.

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada perbedaan rata-rata antara populasi 1 dan populasi 2)

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$ (Ada perbedaan rata-rata antara populasi 1 dan populasi 2)

Apabila varians kedua populasi tidak diketahui dan sama maka statistik uji menggunakan Persamaan 2.15.

Statistik uji :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (2.15)$$

dengan,

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2.16)$$

Apabila varians kedua populasi tidak diketahui dan dianggap tidak sama, maka menggunakan Persamaan 2.17.

$$t = \frac{\bar{\bar{x}}_1 - \bar{\bar{x}}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (2.17)$$

dengan,

$$v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)}{\left[\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right)^2}{(n_1 - 1)} \right] + \left[\frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{(n_2 - 1)} \right]} \quad (2.18)$$

Jika ditetapkan tingkat signifikansi sebesar α maka H_0 ditolak jika $t < -t_{(\alpha/2;v)}$ atau $t > t_{(\alpha/2;v)}$, sedangkan v merupakan derajat bebas untuk menentukan nilai $t_{(\alpha/2;v)}$.

Tabel 2.2 Struktur Data Uji t

Subgrup	Ukuran Subgrup						Fase 1	Fase 2
	X_1	X_2	...	X_j	...	X_n	\bar{X}	\bar{X}
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	\bar{x}_1	\bar{x}_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	\bar{x}_2	\bar{x}_2
:	:	:	:	:	:	:	:	:
i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}	\bar{x}_i	\bar{x}_i
:	:	:	:	:	:	:	:	:
m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mj}	...	x_{mn}	\bar{x}_m	\bar{x}_m
Rata-rata							$\bar{\bar{X}}_1$	$\bar{\bar{X}}_2$

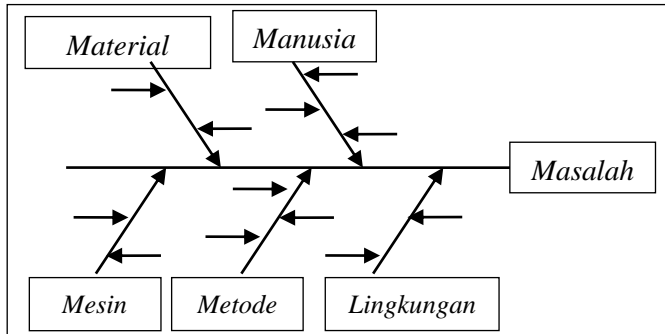
2.6 Diagram *Ishikawa*

Diagram *ishikawa* disebut juga dengan diagram tulang ikan atau diagram sebab akibat. Diagram *ishikawa* merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. Diagram ini digunakan untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang dapat mempengaruhi kualitas suatu produk. Selain itu, diagram ini juga digunakan untuk memperlihatkan faktor-faktor terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada 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. Manfaat dari diagram *ishikawa* adalah dapat mengidentifikasi sebab terjadinya masalah dan membantu mengantisipasi timbulnya suatu masalah (Montgomery, 2013).

Langkah-langkah dalam membuat diagram *ishikawa* 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 Contoh Diagram Ishikawa

2.7 Produk PT Betts Indonesia

Penelitian ini menggunakan bahan baku jenis ABL (*Aluminium Barrier Laminate*) pada produk *laminate tube* Close Up Green 65gram dengan variabel kualitas yang diukur yaitu *tube length*, dikarenakan produk ini sering mengalami banyak ketidaksesuaian hasil produksi dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan. *Laminate tube* yang diproduksi memiliki berbagai tipe *tube* dengan merk produk yang berbeda-beda dan diproduksi menggunakan jenis mesin yang berbeda pula pada setiap produknya, yang membedakan antara produk ini dengan produk Pepsodent 75gram dan Ponds WBFF 100gram yaitu penggunaan mesin jenis Hiflex 200, proses *cutting* dan proses *ksm* (penggabungan *shoulder* ke *printed web*). Proses produksi *laminate tube* Close Up Green 65gram diawali dari proses *printing*. *Printing* di sini merupakan proses dimana *blank web* atau *raw materials* yang terbuat dari *polymer granules* yang dilapisi oleh aluminium dan diberi gambar sesuai dengan desain permintaan pelanggan dengan pencetakan warna dan detail lainnya pada web yang menghasilkan *printed web*. Setelah di *printing*, proses selanjutnya yaitu *welding*. Salah satu proses dari *welding* yaitu *ksm* yang merupakan proses penggabungan antara tutup/*cap* dengan *body tube* Close Up Green 65gram. Kemudian masuk ke proses *welding* yaitu proses dimana *printed web* yang masih dalam bentuk lembaran dipotong untuk membentuk lengan bahu dan tutup yang dipasang sebagai dasar tabung. Pada proses

welding ini tube length produk *laminat tube* Close Up Green 65gram dilakukan pengukuran.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan hanya satu yaitu *tube length* Close Up Green 65gram yang merupakan jarak antara tutup hingga *body* produk dengan satuan pengukuran milimeter(mm). Batas spesifikasi yang digunakan oleh perusahaan adalah $163,99 \pm 2$ mm. *Tube length* merupakan variabel yang paling berpengaruh dalam produk *tube* Close Up Green 65gram dan menjadi perhatian *costumer*, apabila ukuran *tube length* tidak sesuai dapat mengakibatkan pengembalian barang dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Berikut adalah contoh produk dan gambar *tube length*.



Gambar 3.1 Contoh Produk

3.2 Sumber Data dan Metode Pengambilan Sampel

Sumber data pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari pemeriksaan produk *laminated tube* Close Up Green 65gram pada proses *welding* dari divisi *Quality Assurance* PT. Betts Indonesia pada bulan Januari dan Februari tahun 2019. Metode pengambilan sampel pada produk *laminated tube* Close Up Green 65gram yang akan dijelaskan berikut ini.

1. Data hasil pengukuran panjang *tube* pada periode Januari dan Februari tahun 2019. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari pada *shift* 1(pagi) pukul 06.00 – 14.00 WIB, karena dikhawatirkan populasi setiap *shift* berbeda dalam dua fase. Fase I diambil pada bulan Januari 2019 diperoleh

m subgrup sebanyak 31 subgrup dan fase II diambil pada bulan Februari 2019 diperoleh m subgrup sebanyak 28 subgrup.

2. Ukuran subgrup yang diambil sebanyak 13 pcs pada setiap *shift* berdasarkan kebijakan yang ditentukan oleh perusahaan, dimana produksi *laminat tube* Close Up Green 65gram dimulai dari hari Senin hingga Minggu yang setiap harinya terdiri dari 1 *shift* yaitu *shift* 1(pagi). Subgrup yang digunakan pada penelitian ini yaitu *shift* 1 karena berdasarkan prinsip penetapan subgrup adalah homogen dalam subgrup dan heterogen antar subgrup dalam hal ini antar *shift* terdapat perbedaan operator produksi. Struktur data dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Struktur Data

Subgrup	Ukuran Subgrup						\bar{X}	S
	X_1	X_2	...	X_9	...	X_{13}		
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{19}	...	x_{113}	\bar{x}_1	s_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{29}	...	x_{213}	\bar{x}_2	s_2
:	:	:	:	:	:	:	:	:
15	X_{151}	X_{152}	...	X_{159}	...	X_{1513}	\bar{x}_{15}	s_{15}
:	:	:	:	:	:	:	:	:
m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{m9}	...	X_{m13}	\bar{x}_m	s_m
Rata-rata							$\bar{\bar{x}}$	\bar{s}

3.3 Langkah Analisis

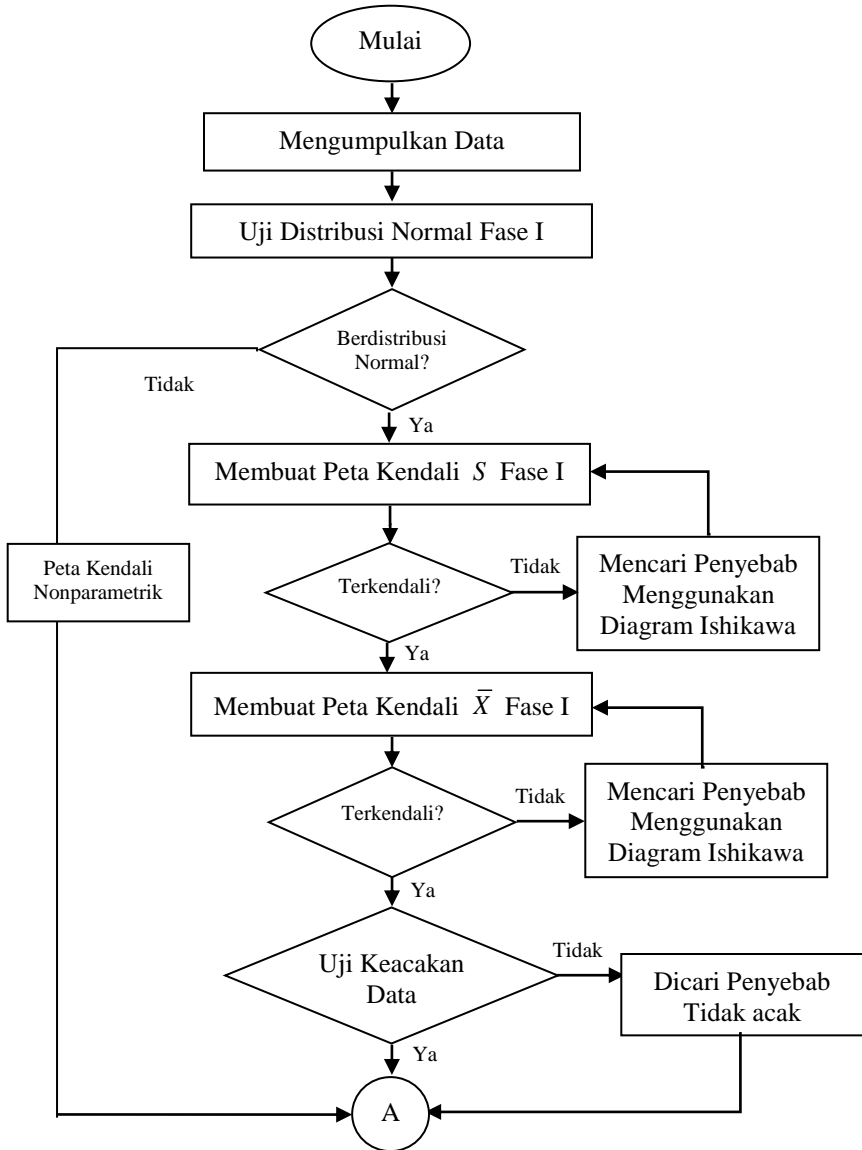
Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data variabel *tube length* hasil produksi Close Up Green 65gram.
2. Melakukan analisis kapabilitas proses menggunakan peta kendali $\bar{x} - s$ karena ukuran tiap subgrup lebih dari 10 pada fase I
 - a. Melakukan uji keacakan dan uji distribusi normal data fase I.
 - b. Melakukan analisis peta kendali s dan peta kendali \bar{x} produk *laminat tube* Close Up Green 65gram

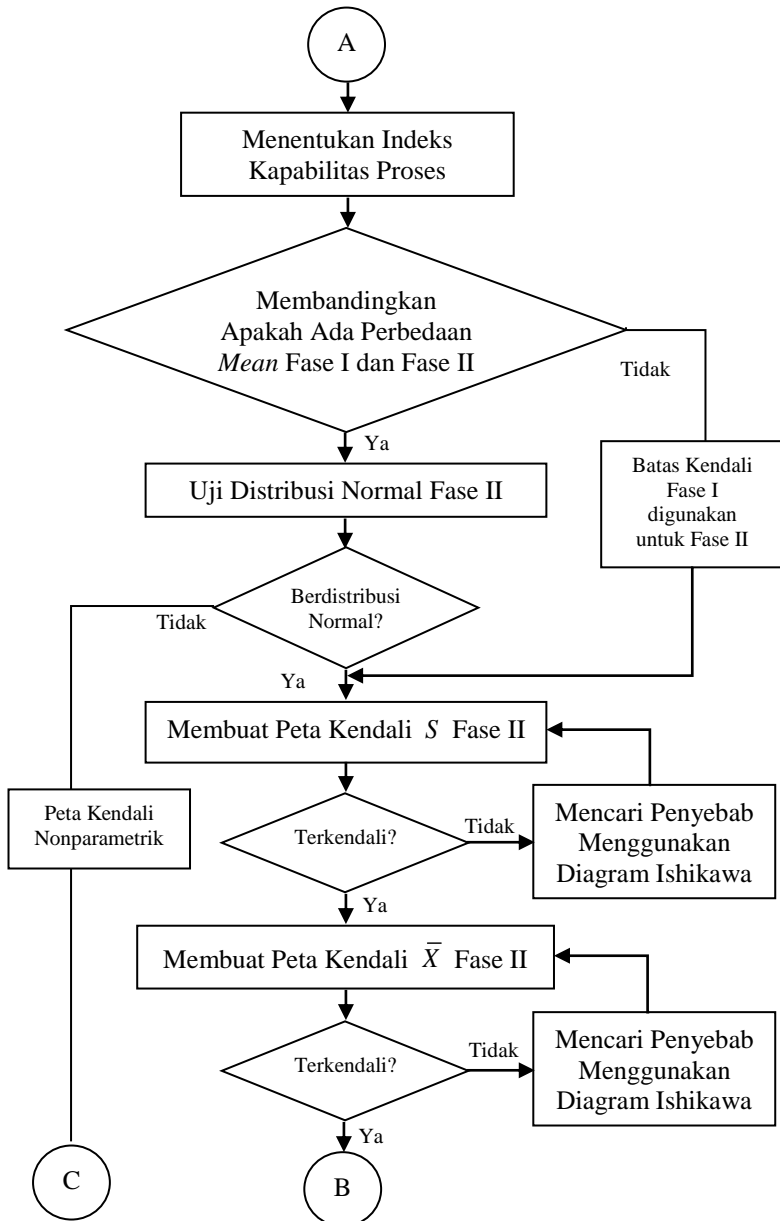
berdasarkan *tube length* fase I pada bulan Januari 2019. Jika terdapat pengamatan yang *out of control*, maka perlu dilakukan peninjauan kembali untuk mengetahui penyebab *out of control*.

- c. Melakukan uji keacakan data fase I.
- d. Menentukan nilai indeks kapabilitas proses fase I.
- e. Menganalisis penyebab ketidaksesuaian produk pada *tube length* menggunakan diagram *Ishikawa*.
3. Membandingkan *mean* dua populasi untuk melihat apakah terdapat pergeseran proses produksi fase I dan fase II.
4. Melakukan analisis kapabilitas proses menggunakan peta kendali $\bar{x} - s$ pada fase II.
 - a. Melakukan uji distribusi normal data fase II.
 - b. Melakukan analisis peta kendali s dan peta kendali \bar{x} produk *laminated tube Close Up Green 65gram* berdasarkan *tube length* fase II pada bulan Februari 2019. Jika terdapat pengamatan yang *out of control*, maka perlu dilakukan peninjauan kembali untuk mengetahui penyebab *out of control*.
 - c. Melakukan uji keacakan data fase II.
 - d. Menentukan nilai indeks kapabilitas proses fase II.
 - e. Menganalisis penyebab ketidaksesuaian produk pada *tube length* menggunakan diagram *Ishikawa*.
5. Menginterpretasikan hasil analisis data yang telah diperoleh.
6. Menarik kesimpulan dan saran.

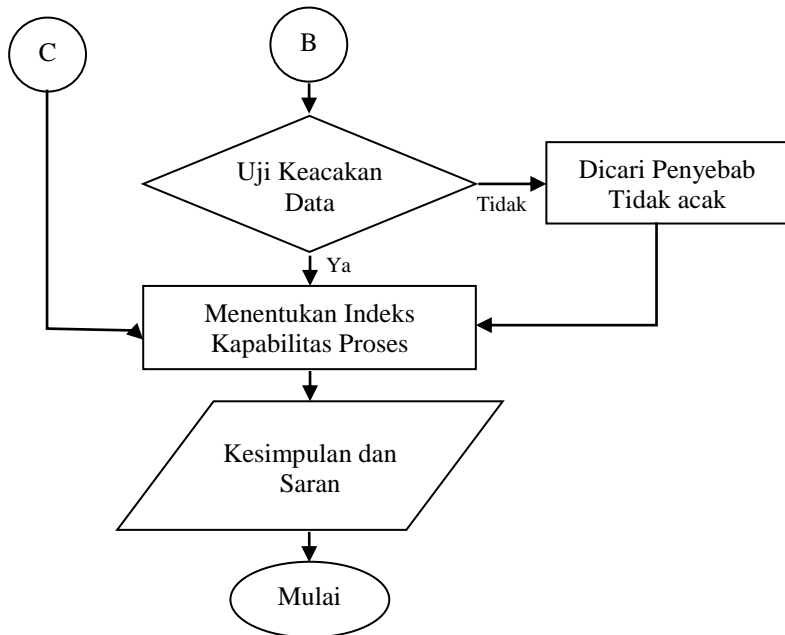
Langkah analisis tersebut dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir (Lanjutan)



Gambar 3.2 Diagram Alir (Lanjutan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan analisis kapabilitas proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram pada bulan Januari dan Februari tahun 2019. Analisis dilakukan pada fase I (Januari) sampai terkendali secara statistik dan akan dilanjutkan pada fase II (Februari).

4.1 Analisis Kapabilitas Proses Produksi *Laminated Tube* Close Up Green 65gram Bulan Januari 2019

Analisis kapabilitas proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram dengan karakteristik kualitas *tube length* pada data yang terlampir di Lampiran 1 menggunakan peta kendali \bar{x} dan peta kendali s . Untuk melakukan analisis kapabilitas proses maka proses harus terkendali secara statistik. Agar proses terkendali secara statistik maka asumsi yang harus dipenuhi adalah keacakan data dan distribusi normal. Kemudian dilakukan analisis ketidaksesuaian produk dengan menggunakan diagram *ishikawa* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian produk tersebut.

4.1.1 Pengujian Distribusi Normal Bulan Januari 2019

Pemeriksaan dan pengujian distribusi normal ini dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Hasil pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan data yang terlampir pada Lampiran 1 dengan menggunakan Persamaan 2.1 adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ (Data bulan Januari 2019 berdistribusi normal)

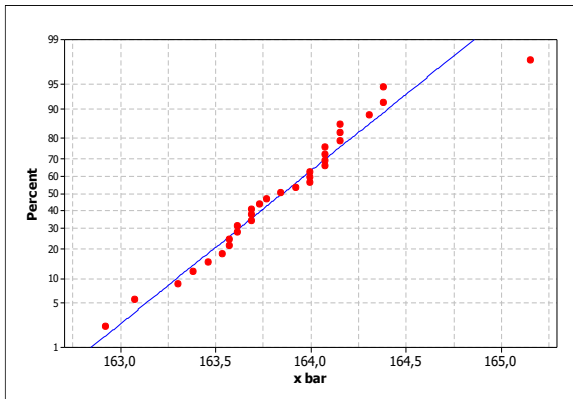
H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ (Data bulan Januari 2019 tidak berdistribusi normal)

Pada taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{\alpha;n}$ dan $P\text{-value} < \alpha$.

Berdasarkan Lampiran 3 diperoleh bahwa nilai D yaitu KS_{hitung} sebesar 0,114. Dengan menggunakan taraf signifikan α sebesar 0,05 dan Lampiran 10 diperoleh nilai KS_{tabel} yaitu $D_{\alpha;n}$

sebesar 0,238 yang terlampir pada Lampiran 3. Dengan daerah penolakan yang digunakan dapat diperoleh keputusan bahwa H_0 gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa data *tube length* Close Up Green 65gram bulan Januari 2019 berdistribusi normal. Pemeriksaan distribusi normal secara visual ditunjukkan pada Gambar 4.1.

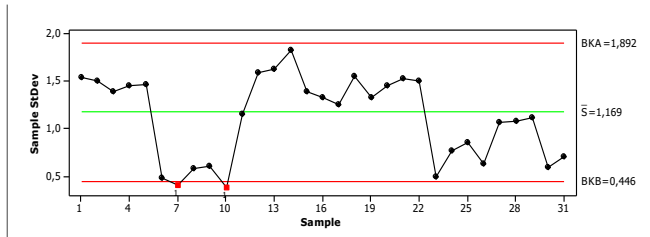
Gambar 4.1 berdasarkan Lampiran 3 menunjukkan bahwa plot-plot pengamatan mengikuti garis linier sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa data pada bulan Januari 2019 berdistribusi normal.



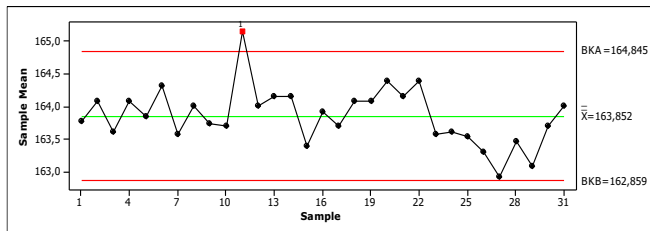
Gambar 4.1 Scatterplot Distribusi Normal *Tube Length* Bulan Januari 2019

4.1.2 Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Januari 2019

Peta kendali s digunakan untuk mengetahui apakah varians data *tube length* pada proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram telah terkendali secara statistik atau belum, dimana jumlah subgroup yang digunakan sebanyak 31 subgroup yang terlampir pada Lampiran 1 dan batas kendali menggunakan Persamaan 2.6. Setelah melakukan pengendalian kualitas variabilitas proses menggunakan peta kendali s , maka dilanjutkan melakukan pengendalian *mean* proses dengan menggunakan peta kendali \bar{x} . Berikut merupakan hasil analisis pengendalian variabilitas dan *mean* proses yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2a Peta Kendali $\bar{x} - s$ Bulan Januari 2019

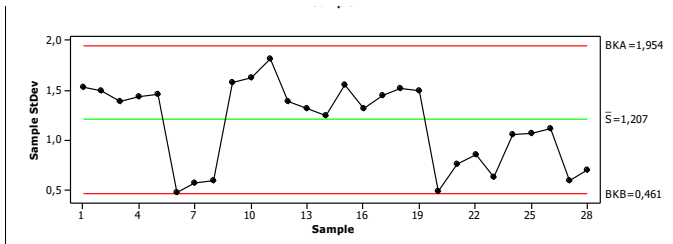


Gambar 4.2b Peta Kendali $\bar{x} - s$ Bulan Januari 2019

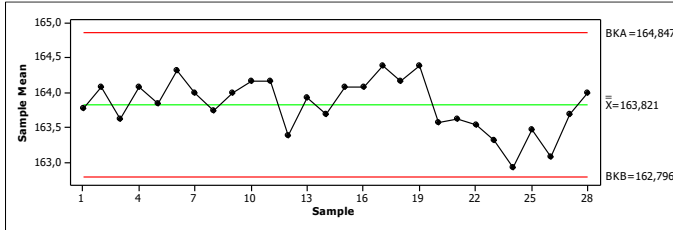
Gambar 4.2 a menunjukkan bahwa variabilitas *tube length* pada proses produksi *lamintae tube* Close Up Green 65gram bulan Januari 2019 terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali yaitu subgrup ke-7 dan ke-10, dimana rata-rata standar deviasi *tube length* sebesar 1,169, dengan batas kendali atas sebesar 1,892 dan batas kendali bawah sebesar 0,446. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas dari proses produksi *laminare tube* Close Up green 65gram belum terkendali secara statistik dikarenakan terjadi masalah pada metode pemasangan *printed web* yang tidak sesuai dengan prosedur maka dari itu dilakukan analisis perbaikan pertama dengan menghilangkan subgrup ke-7 dan ke-10 sebagaimana di tunjukkan pada Gambar 4.3.

Gambar 4.2 b merupakan hasil analisis *mean* proses yang menunjukkan bahwa terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pengamatan ke-11, dimana rata-rata *tube length* Close Up Green 65gram pada bulan Januari 2019 sebesar 163,867 dengan batas kendali atas sebesar 164,890 dan batas kendali bawah sebesar 162,844. Kesimpulan yang diperoleh dari gambar tersebut adalah *mean* proses belum terkendali secara statistik karena terjadi masalah pada mesin yaitu sensor *cutting* yang tidak sesuai dan *pressure cutting* kurang sehingga dilakukan

analisis kembali dengan menghilangkan pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3a Peta Kendali $\bar{s} - s$ Bulan Januari 2019 Perbaikan Pertama



Gambar 4.3b Peta Kendali $\bar{x} - s$ Bulan Januari 2019 Perbaikan Pertama

Gambar 4.3 a merupakan peta kendali s setelah dilakukan perbaikan pertama yaitu dengan menghilangkan subgrup ke-7, ke-10 dan ke-11. Gambar 4.3 a menunjukkan bahwa tidak ada pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 1,954 dan batas kendali bawah sebesar 0,461. Oleh karena itu variabilitas proses produksi *laminat tube Close Up Green 65gram* telah berada di dalam batas kendali dan dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu untuk *mean proses* dengan peta kendali \bar{x} .

Gambar 4.3 b merupakan hasil analisis *mean proses* yang telah dianalisis kembali setelah menghilangkan pengamatan yang berada diluar batas kendali dan didapatkan batas kendali baru. Gambar 4.3 b menunjukkan bahwa tidak terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana rata-rata *tube length* sebesar 163,821 dengan batas kendali atas sebesar 164,847 dan batas kendali bawah sebesar 162,796. Kesimpulan yang diperoleh dari gambar tersebut adalah *mean proses* telah berada di dalam batas kendali, akan tetapi proses dapat dikatakan telah terkendali

jika menyebar secara acak. Berikut uji keacakan telah dilakukan dan dibahas pada subbab 4.1.3.

4.1.3 Pengujian Keacakan Data Bulan Januari 2019

Uji keacakan dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil inspeksi *tube length* pada produk *laminated tube* Close Up Green 65gram telah menyebar secara acak atau tidak. Hasil pengujian keacakan pada peta kendali s bulan Januari 2019 yang terlampir pada Lampiran 6 dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali s telah terambil secara acak

H_1 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali s tidak terambil secara acak

Dengan berdasarkan Lampiran 6 diperoleh r atau keruntunan sebanyak 4 runtun dengan nilai n_1 sebesar 16 dan n_2 sebesar 13. Sehingga berdasarkan Lampiran 14 dan 15 r_{atas} sebesar 21 dan r_{bawah} sebesar 9. Maka H_0 ditolak jika $r < r_{bawah}$ atau $r > r_{atas}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Dari hasil analisis tersebut diperoleh keputusan H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil inspeksi *tube length* Close Up Green 65gram pada peta kendali s tidak terambil secara acak.

Hasil pengujian pada peta kendali \bar{x} keacakan bulan Januari 2019 yang terlampir pada Lampiran 6 dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali \bar{x} telah terambil secara acak

H_1 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali \bar{x} tidak terambil secara acak

Dengan berdasarkan Lampiran 6 diperoleh r atau keruntunan sebanyak 14 runtun dengan nilai n_1 sebesar 15 dan n_2 sebesar 15. Sehingga berdasarkan Lampiran 14 dan 15 diperoleh r_{atas} sebesar 22 dan r_{bawah} sebesar 10. Maka H_0 ditolak jika $r < r_{bawah}$ atau $r > r_{atas}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Dari hasil analisis tersebut diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak, sehingga dapat

disimpulkan bahwa data hasil inspeksi *tube length* Close Up Green 65gram pada peta kendali \bar{x} telah terambil secara acak.

4.1.4 Indeks Kapabilitas Proses Bulan Januari 2019

Setelah melakukan analisis pengendalian variabilitas dan *mean* proses pada proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram didapatkan hasil yang telah terkendali, sehingga dapat dilakukan analisis selanjutnya yaitu analisis kapabilitas proses. Proses produksi dikatakan kapabel jika presisi (C_p) dan akurasi (C_{pk}) proses lebih dari sama dengan 1.

Lampiran 8 menunjukkan hasil proses produksi laminated tube Close Up Green 65gram pada bulan Januari 2019 diperoleh nilai C_p sebesar 0,54 dan nilai C_{pk} sebesar 0,50, hal tersebut menunjukkan bahwa presisi dan akurasi kurang sehingga kapabilitas proses produksi bulan Januari 2019 tidak kapabel.

4.2 Perbandingan Hasil Produksi *Laminated Tube* Bulan Januari dan Februari 2019

Uji dua sampel independen digunakan untuk melihat pergeseran proses dengan cara membandingkan *mean* proses dua populasi yaitu bulan Januari dan Februari 2019.

4.2.1 Karakteristik Data *Tube Length* Bulan Januari dan Februari 2019

Karakteristik pada data *tube length* bulan Januari dan Februari 2019 disajikan dalam bentuk tabel yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik *Tube Length* Bulan Januari dan Februari 2019

Bulan	n	Mean	Variance	Minimum	Spec	Maximum
Januari	403	163,85	1,50	162,00	163,99±2	166,00
Februari	364	163,54	0,837	162,00	163,99±2	165,00

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata sampel *tube length* pada bulan Januari 2019 sebesar 163,85 lebih besar dari pada bulan Februari 2019 sebesar 163,54. Sedangkan untuk keragaman data bulan Januari 2019 lebih bervariasi dibandingkan bulan Februari 2019, dimana masing-masing memiliki nilai variasi sebesar 1,5 dan 0,837.

4.2.2 Uji Kesamaan Rata-rata *Tube Length* Bulan Januari dan Februari 2019

Sebelum melakukan pengujian rata-rata dua populasi menggunakan uji t , terlebih dahulu dilakukan pengujian perbedaan varians menggunakan uji F antara bulan Januari dan Februari 2019. Jika ada kesamaan varians maka uji *mean* menggunakan persamaan 2.15, jika tidak ada maka menggunakan persamaan 2.17. Hasil pengujian perbedaan varians dijelaskan sebagai berikut.

Hasil uji F data *tube length* pada produksi *laminare tube* Close Up Green 65gram yang terlampir pada Lampiran 7 adalah sebagai berikut.

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (Tidak ada perbedaan varians antara bulan Januari dan Februari 2019)

$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (Ada perbedaan varians antara bulan Januari dan Februari 2019)

Statistik uji F terlampir pada Lampiran 7, diperoleh nilai statistik uji yaitu F_{hitung} sebesar 1,79 dan nilai p -value sebesar 0,000. Pada taraf signifikan α sebesar 0,05 diperoleh nilai F_{tabel} sebesar 0,818 yang terlampir pada Lampiran 11. Sehingga diperoleh keputusan H_0 ditolak karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan varians antara proses produksi bulan Januari dan Februari 2019.

Hasil uji t data *tube length* pada produksi *laminare tube* Close Up Green 65gram yang terlampir pada Lampiran 7 adalah sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada perbedaan rata-rata antara bulan Januari dan Februari 2019)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (Ada perbedaan rata-rata antara bulan Januari dan Februari 2019)

Berdasarkan Lampiran 7 diperoleh nilai statistik uji t_{hitung} sebesar 4,07 dan nilai p -value sebesar 0,000. Pada taraf signifikan α sebesar 0,05 atau 5% didapatkan nilai t_{tabel} sebesar -1,96 yang terlampir pada Lampiran 13. Maka H_0 ditolak jika $t > t_{(\alpha/2;v)}$ dan P -value $< \alpha$. Dari hasil analisis tersebut diperoleh keputusan

H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan *mean* proses antara bulan Januari dan Februari 2019. Maka diperoleh keputusan bahwa membuat batas kendali baru untuk bulan Februari 2019.

4.3 Analisis Kapabilitas Proses Produksi *Laminate Tube Close Up Green 65gram* Bulan Februari 2019

Penelitian pada bulan Februari 2019 dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perbaikan proses produksi dari bulan Januari 2019. Karakteristik kualitas yang digunakan adalah *tube length* pada data yang terlampir pada Lampiran 2.

4.3.1 Pengujian Distribusi Normal Bulan Februari 2019

Pemeriksaan dan pengujian distribusi normal ini dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Hasil pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* yang terlampir pada Lampiran 4 berdasarkan data yang terlampir pada Lampiran 2 dengan menggunakan Persamaan 2.1 adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ (Data bulan Februari 2019 berdistribusi normal)

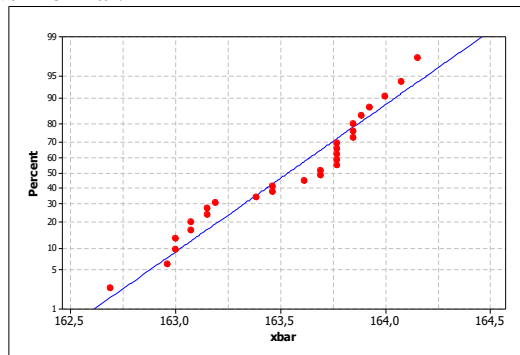
H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ (Data bulan Februari 2019 tidak berdistribusi normal)

Pada taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{\alpha;n}$ dan $P\text{-value} < \alpha$.

Berdasarkan Lampiran 4 diperoleh bahwa nilai D yaitu KS_{hitung} sebesar 0,188. Dengan menggunakan taraf signifikan α sebesar 0,05 sehingga diperoleh nilai KS_{tabel} yaitu $D_{\alpha;n}$ sebesar 0,25 yang terlampir pada Lampiran 10. Berdasarkan daerah penolakan yang digunakan dapat diperoleh keputusan bahwa H_0 gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa data *tube length Close Up Green 65gram* bulan Februari 2019 berdistribusi normal. Pemeriksaan distribusi normal secara visual dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Gambar 4.4 berdasarkan Lampiran 4 menunjukkan bahwa plot-plot pengamatan mengikuti garis linier sehingga dapat

diperoleh kesimpulan bahwa data pada bulan Februari 2019 berdistribusi normal.

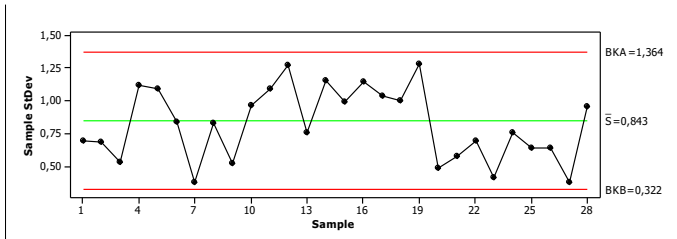


Gambar 4.4 Scatterplot Distribusi Normal *Tube Length* Bulan Februari 2019

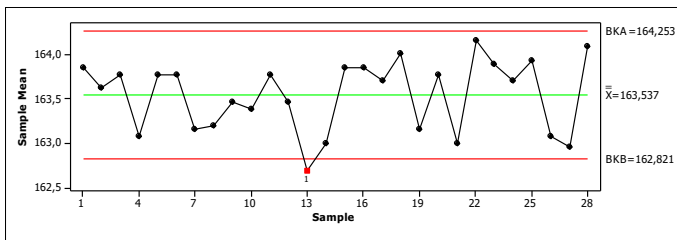
4.3.2 Peta Kendali \bar{x} -S Bulan Februari 2019

Peta kendali s digunakan untuk mengetahui apakah varians data *tube length* pada proses produksi Close Up Green 65gram telah terkendali secara statistik atau belum, dimana jumlah subgrup yang digunakan sebanyak 28 subgrup yang terlampir pada Lampiran 2 dan batas kendali menggunakan Persamaan 2.6. Setelah melakukan pengendalian kualitas variabilitas proses menggunakan peta kendali s , maka dilanjutkan melakukan pengendalian *mean* proses dengan menggunakan peta kendali \bar{x} . Berikut merupakan hasil analisis pengendalian variabilitas dan *mean* proses yang di tunjukkan pada Gambar 4.5.

Gambar 4.5 a menunjukkan bahwa variabilitas *tube length* pada proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram bulan Februari 2019 tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana rata-rata standar deviasi *tube length* sebesar 0,843, dengan batas kendali atas sebesar 1,364 dan batas kendali bawah sebesar 0,322. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas dari proses produksi *laminated tube* Close Up green 65gram telah berada di dalam batas kendali dan dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu untuk *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} .



Gambar 4.5a Peta Kendali $\bar{x} - s$ Bulan Februari 2019

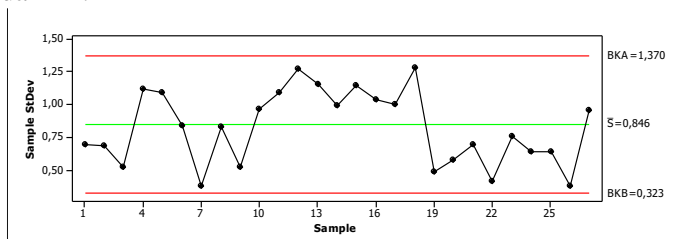


Gambar 4.5b Peta Kendali $\bar{x} - s$ Bulan Februari 2019

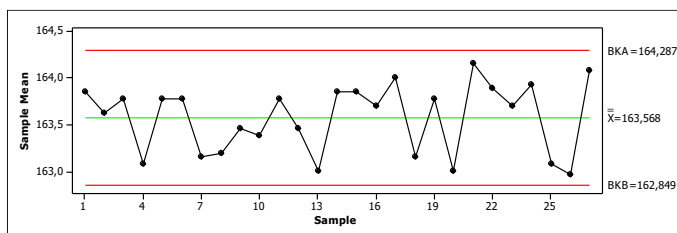
Gambar 4.5 b merupakan hasil analisis *mean* proses yang menunjukkan bahwa terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pengamatan ke-13, dimana rata-rata *tube length* Close Up Green 65gram pada bulan Februari 2019 sebesar 163,537 dengan batas kendali atas sebesar 164,253 dan batas kendali bawah sebesar 162,821. Kesimpulan yang diperoleh dari gambar tersebut adalah *mean* proses belum terkendali secara statistik karena terjadi masalah pada material yaitu *blank web* kasar dan *blank web* bergelombang sehingga dilakukan analisis kembali dengan menghilangkan pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6.

Gambar 4.6 a merupakan peta kendali *s* setelah dilakukan perbaikan pertama dan menunjukkan bahwa variabilitas *tube length* pada proses produksi *laminare tube* Close Up Green 65gram bulan Februari 2019 tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana rata-rata varians *tube length* sebesar 0,846, dengan batas kendali atas sebesar 1,370 dan batas kendali bawah sebesar 0,323. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas dari proses produksi *laminare tube* Close Up green 65gram telah berada di dalam batas kendali dan dapat dilanjutkan

pada analisis selanjutnya yaitu untuk *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} .



Gambar 4.6a Peta Kendali $\bar{x} - s$ Bulan Februari 2019 Perbaikan Pertama



Gambar 4.6b Peta Kendali $\bar{x} - s$ Bulan Februari 2019 Perbaikan Pertama

Gambar 4.6 b merupakan hasil analisis *mean* proses yang telah dianalisis kembali setelah menghilangkan pengamatan yang berada diluar batas kendali dan didapatkan batas kendali baru. Gambar 4.6 b menunjukkan bahwa tidak terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana rata-rata *tube length* sebesar 163,568 dengan batas kendali atas sebesar 164,287 dan batas kendali bawah sebesar 162,849. Kesimpulan yang diperoleh dari gambar tersebut adalah *mean* proses telah berada di dalam batas kendali, akan tetapi dapat dikatakan telah terkendali jika menyebar secara acak.

4.3.3 Pengujian Keacakan Data Bulan Februari 2019

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil inspeksi *tube length* pada produk *laminated tube* Close Up Green 65gram telah menyebar secara acak atau tidak. Hasil pengujian keacakan pada peta kendali *s* bulan Februari 2019 yang terlampir pada Lampiran 5 dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali *s* telah terambil secara acak

H_1 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali s tidak terambil secara acak

Dengan berdasarkan Lampiran 5 diperoleh r atau keruntunan sebanyak 10 runtun dengan nilai n_1 sebesar 14 dan n_2 sebesar 14. Sehingga berdasarkan Lampiran 14 dan 15 diperoleh nilai r_{atas} sebesar 21 dan r_{bawah} sebesar 9. Maka H_0 ditolak jika $r < r_{bawah}$ atau $r > r_{atas}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Dari hasil analisis tersebut diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil inspeksi *tube length* Close Up Green 65gram pada peta kendali s telah terambil secara acak.

Hasil pengujian pada peta kendali \bar{x} keacakan bulan Februari 2019 yang terlampir pada Lampiran 5 dijelaskan sebagai berikut.

Hipotesis:

H_0 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali \bar{x} telah terambil secara acak

H_1 : Data hasil inspeksi *tube length* pada peta kendali \bar{x} tidak terambil secara acak

Dengan berdasarkan Lampiran 5 diperoleh r atau keruntunan sebanyak 13 runtun dengan nilai n_1 sebesar 16 dan n_2 sebesar 11. Sehingga berdasarkan Lampiran 14 dan 15 diperoleh nilai r_{atas} sebesar 20 dan r_{bawah} sebesar 8 berdasarkan Lampiran 14 dan 15. Maka H_0 ditolak jika $r < r_{bawah}$ atau $r > r_{atas}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Dari hasil analisis tersebut diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil inspeksi *tube length* Close Up Green 65gram pada peta kendali \bar{x} telah terambil secara acak.

4.3.4 Indeks Kapabilitas Proses Bulan Februari 2019

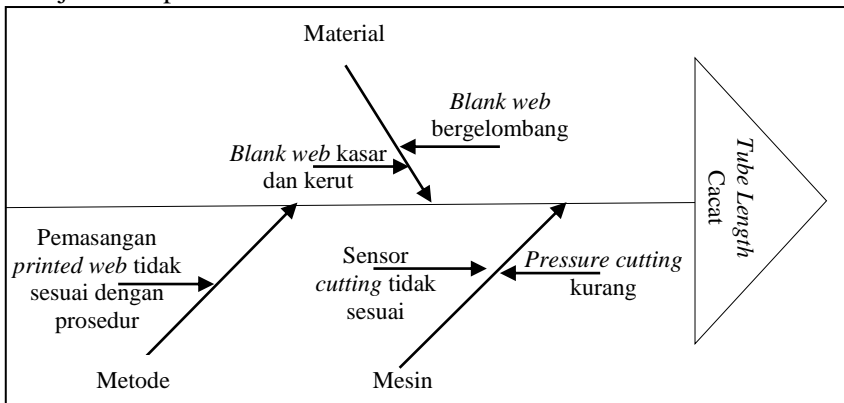
Setelah melakukan analisis pengendalian variabilitas dan *mean* proses pada proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram didapatkan hasil yang telah terkendali, selanjutnya dilakukan analisis selanjutnya yaitu menentukan indeks kapabilitas proses. Proses produksi dikatakan kapabel jika presisi (C_p) dan akurasi (C_{pk}) proses lebih dari sama dengan 1.

Lampiran 9 menunjukkan indeks kapabilitas proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram pada bulan

Februari 2019 diperoleh nilai C_p sebesar 0,77 dan nilai C_{pk} sebesar 0,61, hal tersebut menunjukkan bahwa presisi dan akurasi kurang sehingga kapabilitas proses produksi bulan Februari 2019 tidak kapabel.

4.4 Faktor-faktor Penyebab Ketidakesesuaian *Tube Length*

Diagram *ishikawa* merupakan suatu grafik yang menggambarkan hubungan antara *tube length* cacat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. *Tube length* cacat merupakan kondisi *tube* yang memiliki panjang lebih dari Batas Spesifikasi Atas (BSA) dan kurang dari Batas Spesifikasi Bawah (BSB). 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. Hasil identifikasi faktor-faktor penyebab *tube length* cacat pada produksi Close Up Green 65gram dijelaskan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Diagram *Ishikawa* Bulan Januari dan Februari 2019

Gambar 4.7 menjelaskan tentang faktor-faktor penyebab *tube length* cacat yang disebabkan oleh material, mesin dan metode. *Blank web* bergelombang, kasar dan kerut disebabkan oleh kondisi gudang yang lembab sehingga *blank web* tersebut mempengaruhi sistem *roll* mesin yang berdampak pada *cutting*. Pemasangan *printed web* tidak sesuai dengan prosedur karena operator tidak mengikuti instruksi kerja. Sensor *cutting* tidak

sesuai dan *pressure cutting* dikarenakan kurang dilakukan *maintenance* setiap jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan dari hasil analisis kapabilitas proses produksi *laminated tube* Close Up Green 65gram di PT Betts Indonesia adalah sebagai berikut.

1. Proses produksi Close Up Green 65gram pada bulan Januari dan Februari 2019 tidak kapabel, karena pada bulan Januari memiliki nilai Cp sebesar 0,54 dan Cpk sebesar 0,50. Bulan Februari memiliki nilai Cp sebesar 0,77 dan Cpk sebesar 0,61.
2. Faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian adalah material, mesin dan metode.
 - a. Faktor material sering terjadi dikarenakan *Blank web* bergelombang, kasar dan kerut disebabkan oleh kondisi gudang yang lembab sehingga *blank web* tersebut mempengaruhi sistem *roll* mesin yang berdampak pada *cutting*.
 - b. Faktor metode yaitu pada metode pemasangan *printed web* tidak sesuai dengan prosedur karena operator tidak mengikuti instruksi kerja.
 - c. Faktor mesin disebabkan sensor *cutting* tidak sesuai dan *pressure cutting* dikarenakan kurang dilakukan *maintenance* setiap jam.

5.2 Saran

Hasil analisis dan pembahasan diketahui bahwa proses produksi tidak kapabel meskipun telah terkendali secara statistik, maka saran yang dapat di berikan kepada PT Betts Indonesia sebagai berikut.

1. Ketidaksesuaian *tube length* disebabkan oleh mesin, material dan metode, maka perlu dilakukan *maintenance* rutin dan perbaikan proses.
2. Perusahaan sangat disarankan untuk menggunakan peta kendali dalam melakukan pengendalian kualitas agar dapat mengontrol ketidaksesuaian yang terjadi.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, W. 1989. *Statistik Non Parametrik Terapan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Khoiriah, N. I. 2019. *Analisis Kapabilitas Proses Produksi Tube Pepsodent 75 Gram Di Pt. Betts Indonesia*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Montgomery, D.C. 2013. *Introduction To Statistical Quality Control*. Edisi ke-7. Arizona State University: Wiley.
- Pyzdek, T. and Keller, P. A. 2003. *The Six Sigma Handbook*. New York: McGraw-Hill Companies.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN

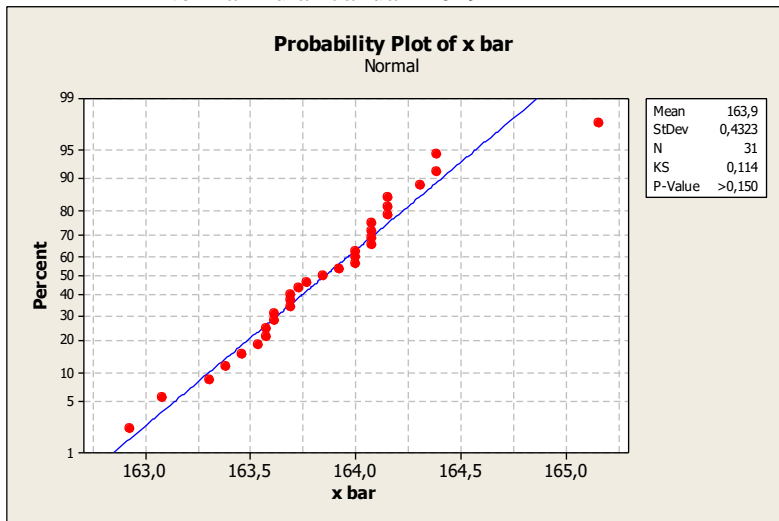
Lampiran 1 Data hasil pemeriksaan *tube length* produk Close Up Green 65gram bulan Januari 2019

Tanggal	Shift	Subgrup	Sampel ke-				\bar{x}	S
			1	2	....	13		
1	1	1	163	163	....	162	163,7692	1,54
2	1	2	166	164	....	164	164,0769	1,50
3	1	3	164	163	....	164	163,6154	1,39
4	1	4	166	162	....	164	164,0769	1,44
5	1	5	165	165	....	163	163,8462	1,46
6	1	6	164	164	....	164	164,3077	0,48
7	1	7	163	163,5	....	164	163,5769	0,40
8	1	8	164	164	....	164	164	0,58
9	1	9	164	164	....	163	163,7308	0,60
10	1	10	163	164	....	163	163,6923	0,38
11	1	11	165	165	....	166	165,1538	1,14
12	1	12	165	162	....	166	164	1,58
13	1	13	166	166	....	163	164,1538	1,63
14	1	14	162	162	....	165	164,1538	1,82
15	1	15	164	163	....	166	163,3846	1,39
16	1	16	163	166	....	164	163,9231	1,32
17	1	17	165	163	....	163	163,6923	1,25
18	1	18	163	164	....	166	164,0769	1,55
19	1	19	165	162	....	165	164,0769	1,32
20	1	20	166	165	....	164	164,3846	1,45
21	1	21	163	166	....	164	164,1538	1,52
22	1	22	164	163	....	162	164,3846	1,50
23	1	23	163	163	....	164	163,5769	0,49
24	1	24	164	164	....	163	163,6154	0,77
25	1	25	163	163	....	163	163,5385	0,85
							
							
31	1	31	164	164	....	164	164	0,71

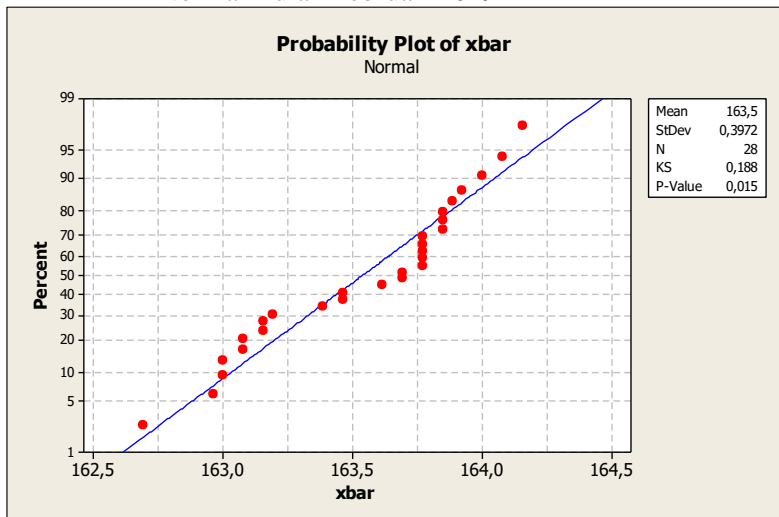
Lampiran 2 Data hasil pemeriksaan *tube length* produk Close Up
Green 65gram bulan Januari 2019

Tanggal	Shift	Subgrup	Sampel ke-				\bar{x}	S
			1	2	....	13		
1	1	1	164	164	....	163	163,8462	0,66
2	1	2	164,5	164	....	164,5	163,6154	0,65
3	1	3	164	164	....	164,5	163,7692	0,50
4	1	4	163	163	....	162	163,0769	1,07
5	1	5	163	162	....	164	163,7692	1,05
6	1	6	165	164	....	164	163,7692	0,80
7	1	7	162,5	163,5	....	162,5	163,1538	0,36
8	1	8	164	164,5	....	163,5	163,1923	0,80
9	1	9	163	164	....	163	163,4615	0,50
10	1	10	162	162	....	163	163,3846	0,92
11	1	11	165	164	....	165	163,7692	1,05
12	1	12	164	162	....	165	163,4615	1,22
13	1	13	162	162	....	162	162,6923	0,72
14	1	14	165	162	....	162	163	1,11
15	1	15	165	165	....	162	163,8462	0,95
16	1	16	165	165	....	164	163,8462	1,10
17	1	17	165	164	....	162	163,6923	0,99
18	1	18	164	163	....	164	164	0,96
19	1	19	162	165	....	165	163,1538	1,23
20	1	20	164	163	....	163,5	163,7692	0,46
21	1	21	163	163,5	....	164	163	0,55
22	1	22	164	164	....	164	164,1538	0,66
23	1	23	164	164	....	163,5	163,8846	0,40
24	1	24	163	165	....	164	163,6923	0,72
25	1	25	163	164	....	164	163,9231	0,62
26	1	26	162,5	163	....	162	163,0769	0,62
27	1	27	163	163,5	....	163	162,9615	0,36
28	1	28	163	165	....	165	164,0769	0,92

Lampiran 3 *Output Software Hasil Analisis Asumsi Distribusi Normal Bulan Januari 2019*



Lampiran 4 *Output Software Hasil Analisis Asumsi Distribusi Normal Bulan Februari 2019*



Lampiran 5 *Output Software Hasil Uji Keacakan Bulan Februari 2019*

Runs Test		
	xbar	s
Test Value ^a	163,5684	,7843
Cases < Test Value	11	14
Cases >= Test Value	16	14
Total Cases	27	28
Number of Runs	13	10
Z	-,219	-1,733
Asymp. Sig. (2-tailed)	,827	,083

a. Mean

Lampiran 6 *Output Software Hasil Uji Keacakan Bulan Januari 2019*

Runs Test		
	xbar	s
Test Value ^a	163,8090	1,1634
Cases < Test Value	15	13
Cases >= Test Value	15	16
Total Cases	30	29
Number of Runs	14	4
Z	-,557	-4,148
Asymp. Sig. (2-tailed)	,577	,000

a. Mean

Lampiran 7 Output Software Hasil Pengujian Dua Populasi
Bulan Januari dan Februari 2019

Test and CI for Two Variances: fase 1; fase 2

Method

Null hypothesis Sigma(fase 1) / Sigma(fase 2) = 1
 Alternative hypothesis Sigma(fase 1) / Sigma(fase 2) not = 1
 Significance level Alpha = 0,05

Statistics

Variable	N	StDev	Variance
fase 1	403	1,224	1,497
fase 2	364	0,915	0,837

Ratio of standard deviations = 1,338

Ratio of variances = 1,790

95% Confidence Intervals

Distribution of Data	CI for StDev Ratio	CI for Variance Ratio
Normal	(1,210; 1,479)	(1,463; 2,187)
Continuous	(1,127; 1,380)	(1,269; 1,904)

Tests

Method	DF1	DF2	Test	
			Statistic	P-Value
F Test (normal)	402	363	1,79	0,000
Levene's Test (any continuous)	1	765	17,15	0,000

Two-Sample T-Test and CI: fase 1; fase 2

Two-sample T for fase 1 vs fase 2

	N	Mean	StDev	SE Mean
fase 1	403	163,85	1,22	0,061
fase 2	364	163,537	0,915	0,048

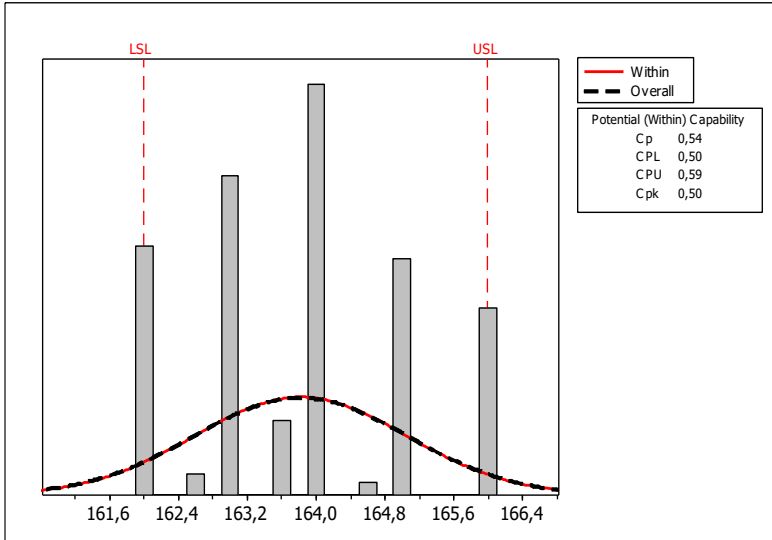
Difference = mu (fase 1) - mu (fase 2)

Estimate for difference: 0,3153

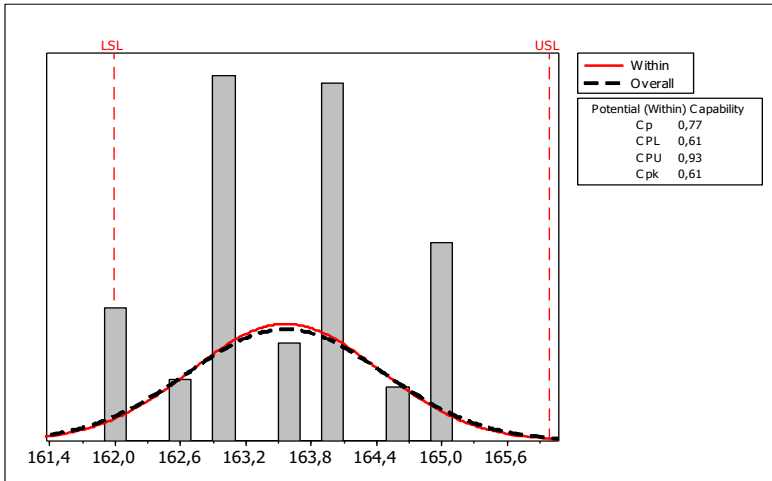
95% CI for difference: (0,1630; 0,4675)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 4,07 P-Value = 0,000 DF = 739

Lampiran 8. *Output Software Hasil Kapabilitas Proses Bulan Januari 2019*



Lampiran 9. *Output Software Hasil Kapabilitas Proses Bulan Februari 2019*



Lampiran 10. Tabel *Kolmogorv-Smirnov*

n	Uji Satu Sisi				
	p=0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
	Uji Dua Sisi				
	p=0,80	0,9	0,95	0,98	0,99
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
296	0,062	0,071	0,079	0,088	0,095
297	0,062	0,071	0,079	0,088	0,095
298	0,062	0,071	0,079	0,088	0,094
299	0,062	0,071	0,079	0,088	0,094
300	0,062	0,070	0,079	0,088	0,094

Lampiran 11. Tabel Distribusi *F*

V ₂	V ₁					
	491	492	493	494	495	496
1	1017,221	1017,223	1017,225	1017,227	1017,229	1017,231
2	39,49585	39,49586	39,49586	39,49587	39,49587	39,49587
3	13,91315	13,91313	13,91311	13,91309	13,91306	13,91304
4	8,270048	8,270022	8,269997	8,269971	8,269946	8,26992
5	6,028578	6,028551	6,028524	6,028497	6,028471	6,028444
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
501	1,192608	1,192509	1,192411	1,192313	1,192216	1,192118
502	1,192494	1,192396	1,192298	1,1922	1,192102	1,192005
503	1,192382	1,192283	1,192185	1,192087	1,191989	1,191892
504	1,192269	1,192171	1,192072	1,191975	1,191877	1,19178
505	1,192158	1,192059	1,191961	1,191863	1,191765	1,191668
506	1,192046	1,191947	1,191849	1,191751	1,191653	1,191556

Lampiran 12. Tabel Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel

Observasi dalam sampel, n	Grafik Rata-rata				Grafik Standar Deviasi			
	Faktor untuk Batas Kendali			Faktor untuk Garis Tengah	Faktor untuk Batas Kendali			
	A	A ₂	A ₃	c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
2	2,121	1,880	2,659	0,798	0,000	3,267	0,000	2,606
3	1,732	1,023	1,954	0,886	0,000	2,568	0,000	2,276
4	1,500	0,729	1,628	0,921	0,000	2,266	0,000	2,088
5	1,342	0,577	1,427	0,940	0,000	2,089	0,000	1,964
6	1,225	0,483	1,287	0,952	0,030	1,970	0,029	1,874
7	1,134	0,419	1,182	0,959	0,118	1,882	0,113	1,806
8	1,061	0,373	1,099	0,970	0,185	1,815	0,179	1,751
9	1,000	0,337	1,032	0,969	0,239	1,761	0,232	1,707
10	0,949	0,308	0,975	0,973	0,284	1,716	0,276	1,669
11	0,905	0,285	0,927	0,975	0,321	1,679	0,313	1,637
12	0,866	0,266	0,886	0,978	0,354	1,646	0,346	1,610
13	0,832	0,249	0,850	0,979	0,382	1,618	0,374	1,585
14	0,802	0,235	0,817	0,981	0,406	1,594	0,399	1,563
15	0,775	0,223	0,789	0,982	0,428	1,572	0,421	1,544
16	0,750	0,212	0,763	0,984	0,448	1,552	0,440	1,526
17	0,728	0,203	0,739	0,985	0,466	1,534	0,458	1,511
18	0,707	0,194	0,718	0,985	0,482	1,518	0,475	1,496
19	0,688	0,187	0,698	0,986	0,497	1,503	0,490	1,483
20	0,671	0,180	0,680	0,987	0,510	1,490	0,504	1,470
21	0,655	0,173	0,663	0,988	0,523	1,477	0,516	1,459
22	0,640	0,167	0,647	0,988	0,534	1,466	0,528	1,448
23	0,626	0,162	0,633	0,989	0,545	1,455	0,539	1,438
24	0,612	0,157	0,619	0,989	0,555	1,445	0,549	1,429
25	0,600	0,153	0,606	0,990	0,565	1,435	0,559	1,420

Lampiran 13. Tabel Distribusi t

db	α					
	0,25	0,20	0,10	0,05	0,025	0,01
1	1,000	1,376	3,078	6,314	12,706	31,821
2	0,816	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965
3	0,765	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541
4	0,741	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747
5	0,727	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
30	0,683	0,844	1,310	1,697	2,042	2,457
36	0,681	0,852	1,306	1,688	2,028	2,434
37	0,681	0,851	1,305	1,687	2,026	2,431
38	0,681	0,851	1,304	1,686	2,024	2,429
39	0,681	0,851	1,304	1,685	2,023	2,426
40	0,681	0,851	1,303	1,684	2,021	2,423

Lampiran 14. Tabel Harga – Harga Kritis Atas untuk R dalam Uji Rangkaian

nl	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2																				
3																				
4				9	9															
5			9	10	10	11	11													
6			9	10	11	12	12	13	13	13	13									
7				11	12	13	13	14	14	14	14	15	15	15						
8				11	12	13	14	14	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17
9					13	14	14	15	16	16	16	17	17	18	18	18	18	18	18	18
10					13	14	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20
11					13	14	15	16	17	17	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21
12					13	14	16	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	22	22	22
13						15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	23
14						15	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	23	23	24	24
15						15	16	18	18	19	20	21	22	22	23	23	24	24	25	25
16							17	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	25	25
17							17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	25	26	26	26
18							17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	26	27	27
19							17	18	20	21	22	23	23	24	25	26	26	27	27	27
20							17	18	20	21	22	23	24	25	25	26	27	27	28	28

Lampiran 15. Tabel Harga – Harga Kritis Bawah untuk R dalam Uji Rangkaian

n1	n2																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2											2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3					2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	
4				2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	
5			2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	
6		2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	
7		2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	
8		2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	
9		2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	
10		2	3	3	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	
11		2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9	
12	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	
13	2	2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	10	
14	2	2	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	
15	2	3	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	
16	2	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	
17	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	13	
18	2	3	4	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	
19	2	3	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13	13	
20	2	3	4	5	6	6	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13	13	14	

Lampiran 16. Surat Keterangan Pengambilan Data



PT. Betts Indonesia
 Ngoro Industri Persada Blok L No. 1
 Ngoro Mojokerto - 61385, Jawa Timur - Indonesia
 Telp. : +62 (321) 681 9281 Fax. : +62 (321) 681 9256

Mojokerto, 11 Januari 2019

No : 001 / HRD-L&D/Betts-Indo/1/19
 Perihal : Balasan Proposal Tentang Tugas Akhir
 Lampiran : -

Kepada Yth,
 Dosen Pembimbing Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi
 Di Tempat

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan surat dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengenai Pengajuan Penelitian Tugas Akhir, maka melalui surat ini kami atas nama Management PT. Betts Indonesia memberikan kesempatan kepada Mahasiswa / i Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi yang berjumlah 3 orang dengan nama sebagai Berikut :

NO	NAMA	NRP
1	Aulia Sige Mahara	10611500000034
2	Rhesinta Alya Rohali	10611500000041
3	Delila Fauzia	10611600000070

Untuk melakukan Penelitian tugas akhir di PT BETTS INDONESIA yang akan dimulai per **21 Januari 2019 – 31 Agustus 2019** .

Demikian surat balasan ini disampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Nurul Adawiyah
(Learning and Development Staff)

Lampiran 17. Surat Pernyataan Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

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

Nama : Aulia Sigie Mahara

NRP : 10611600000034

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder
yang diambil dari PT. Betts Indonesia yaitu :

Sumber : Departemen *Quality Assurance* PT. Betts Indonesia

Keterangan: Data hasil pemeriksaan *tube length* produk *tube Close Up Green 65gram*
periode bulan Januari dan Februari 2019

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

Surabaya, 1 Juli 2019

Mengetahui,
Supervisor Quality Assurance



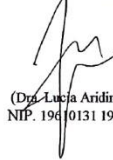
(Dhani Kusuma Wardhana, S.Si)
NIP. 593

Yang Membuat
Pernyataan



(Aulia Sigie Mahara)
NRP. 10611600000034

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



(Dr. Lucia Aridinanti, MT.)
NIP. 1960101311987012001

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Aulia Sige Mahara, biasa dipanggil Sige jika dalam pergaulan atau ketika di rumah. Penulis merupakan anak sulung dari tiga bersaudara yang lahir di Surabaya pada tanggal 24 Mei 1998. Penulis telah menyelesaikan studi Sekolah Dasar di SD Muhammadiyah 2 Bangil tahun 2010, SMP Negeri 2 Bangil tahun 2013, SMA Negeri 1 Bangil tahun 2016, dan melanjutkan studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis ITS tahun 2016 dengan NRP 10611600000034. Penulis memiliki hobi berwisata alam dan mudah bergaul dengan siapapun.

Penulis aktif mengikuti organisasi, pelatihan dan kepanitiaan selama masa perkuliahan. Organisasi yang diikuti oleh penulis yaitu Himpunan Mahasiswa Diploma Statistika ITS sebagai sekretaris pengembangan Departemen Penelitian dan Pengembangan periode 2018/2019 dan staff Departemen Eksternal Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Vokasi (BEM FV) periode 2018/2019. Penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitiaan yang di adakan oleh HIMADATA-ITS. Cukup banyak pelatihan dan kepanitiaan yang diikuti oleh penulis sehingga tidak bisa disebutkan satu per satu. Penulis memiliki motto dalam hidup yaitu *“Bekerja keras dan bersikap baiklah. Hal luar biasa akan terjadi.”*

Informasi dan komunikasi lebih lanjut dengan penulis dapat menghubungi :

Email : aulia.sige@gmail.com

Phone, WA : +6281249574579

