



TUGAS AKHIR - VS 180603

**ANALISIS *SIX SIGMA* PADA PROSES PRODUKSI
LAMINATE TUBE DI PT. BETTS INDONESIA**

**Rhesinta Alya Rohali
NRP 1061160000041**

**Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

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



TUGAS AKHIR - VS 180603

**ANALISIS *SIX SIGMA* PADA PROSES PRODUKSI
LAMINATE TUBE DI PT. BETTS INDONESIA**

**Rhesinta Alya Rohali
NRP 1061160000041**

**Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

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



FINAL PROJECT - VS 180603

**SIX SIGMA ANALYSIS IN THE LAMINATE TUBE
PRODUCTION PROCESS IN PT. BETTS
INDONESIA**

**Rhesinta Alya Rohali
NRP 1061160000041**

**Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**Study Program of Diploma III
Departement of Business Statistics
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS SIX SIGMA PADA PROSES PRODUKSI LAMINATE TUBE DI PT. BETTS INDONESIA

TUGAS AKHIR

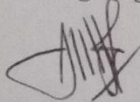
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RHESINTA ALYA ROHALI
NRP 1061160000041

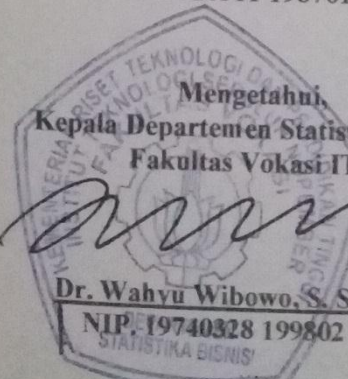
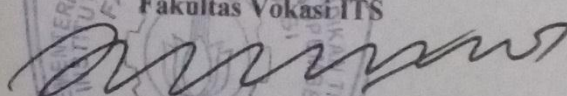
Surabaya, 16 Mei 2019

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



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

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS



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

ANALISIS *SIX SIGMA* PADA PROSES PRODUKSI *LAMINATE TUBE* DI PT. BETTS INDONESIA

Nama : Rhesinta Alya Rohali
NRP : 1061160000041
Program Studi: Diploma III
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Abstrak

PT. Betts Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri dengan produknya yaitu kemasan *oral care* yang mana biasanya disebut dengan *laminare tube*. Produk *laminare tube* 75 gram untuk merek Pepsodent White 75 gram merupakan produk yang kuantitas pemesanannya paling banyak. Selama ini, hasil pemeriksaan produk yang dilakukan oleh divisi *Quality Assurance* (QA) belum dilakukan analisis statistik secara kontinu, tetapi hasil produksinya hanya disajikan dalam bentuk grafik sehingga untuk mengurangi produk cacat dilakukan dengan menggunakan analisis *six sigma*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan indeks kapabilitas, level sigma, dan mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pada produksi *laminare tube* Pepsodent White 75 gram dengan menggunakan peta kendali $\bar{x} - s$ dan diagram *ishikawa*. Kualitas *laminare tube* yang diukur pada penelitian ini yaitu *tube length*. Hasilnya menunjukkan bahwa proses produksi bulan Februari 2019 tidak kapabel karena nilai C_p sebesar 0,77 dan C_{pk} sebesar 0,32 dengan level sigma sebesar 3,644 σ . Setelah dilakukan perbaikan, proses produksi bulan April 2019 masih tidak kapabel karena nilai C_p sebesar 0,94 dan C_{pk} sebesar 0,56 dengan level sigma meningkat menjadi 3,670 σ . Penyebab terjadinya cacat dipengaruhi oleh kesalahan dalam melakukan pengukuran karena produk penyok, bagian *cutting error* karena ada pergantian produk, suhu ruang lebih dari 20°C serta web kasar.

Kata Kunci : DMAIC, Indeks Kapabilitas, *Laminare Tube*, *Six Sigma*

SIX SIGMA ANALYSIS IN THE LAMINATE TUBE PRODUCTION PROCESS IN PT. BETTS INDONESIA

Name : Rhesinta Alya Rohali
NRP : 1061160000041
Study Program : Diploma III
Department : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Abstract

PT. Betts Indonesia is a company engaged in industry with its products, namely oral care packaging, which is usually called a laminate tube. The 75 gram laminate tube product for brand of the 75 gram Pepsodent White is the product with the highest order quantity. So far, the results of product inspection conducted by the Quality Assurance division (QA) have not been carried out on a continuous statistical analysis, but the production results are only presented in graphical form so that to reduce defective products is done using six sigma analysis. This study aims to determine the capability index, sigma level, and find out the causes of defects in the production of 75 grams of Pepsodent White laminate tube using $\bar{x}-s$ control chart and Ishikawa diagram. The quality of the laminate tube measured in this study is tube length. The results show that the production process in February 2019 is not capable because the value of C_p is 0.77 and C_{pk} is 0.32 with a sigma level of 3.644σ . After repairs, the production process in April 2019 is still not capable because the value of C_p is 0.94 and C_{pk} is 0.56 with the sigma level increasing to 3.670σ . The cause of the defect is affected by errors in measuring due to the product, cutting error parts due to product changes, room temperature more than 20°C and rough web.

Keyword : Capabilities Index, DMAIC, Six Sigma, Laminate Tube

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Six Sigma pada Proses Produksi Laminat Tube di PT. Betts Indonesia”**.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar karena tidak lepas dari dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas segala yang telah diberikan kepada penulis. Pihak – pihak tersebut antara lain :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran serta dukungan dengan sabar kepada penulis untuk dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Destri Susilaningrum, M.Si selaku dosen wali, dosen penguji, dan validator yang telah memberikan saran untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Iis Dewi Ratih, S. Si, M. Si selaku dosen penguji atas kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
5. Dr. Brodjol Sutijo Supri Ulama, S. Si, M. Si selaku Sekretaris Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
6. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah mendidik penulis selama menjadi mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
8. Seluruh Tenaga Kependidikan di Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS, yang telah membantu kelancaran dan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.

9. Bapak Yasin selaku Manajer Departemen *Quality Control* (QC) yang telah mengizinkan penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir di PT Betts Indonesia.
10. Bapak Dani, Bapak Latif, dan Bapak Indra selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing dengan sabar selama masa penelitian di PT Betts Indonesia.
11. Ayah, Ibu dan keluarga yang selalu memberi motivasi, semangat, doa dan kasih sayang kepada penulis sehingga dimudahkan serta dilancarkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Teman – teman SMR *Squad* yang merupakan seluruh anak bimbingan Bu Nunik yang telah memberi masukan dan semangat selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
13. Teman – teman BERDIKARI 2016 yang telah bekerja sama serta memberikan pengalaman dan motivasi selama penulis menempuh masa perkuliahan.
14. Keluarga PSDMStrong.pptx yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta saling membantu dalam mengemban amanah dalam fungsionaris HIMADATA-ITS 18/19.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Besar harapan agar Laporan Tugas Akhir yang disusun dapat bermanfaat untuk semua pembacanya. Tak lupa memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam laporan yang telah penulis susun. Atas perhatian dan dukungannya disampaikan terima kasih.

Surabaya, 16 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 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tahap <i>Define</i>	6
2.2 Tahap <i>Measure</i>	6
2.2.1. Pengujian Asumsi	7
2.2.2. Peta Kendali.....	9
2.2.3. Analisis Kapabilitas Proses	13
2.2.4. Menentukan Level Sigma.....	14
2.3 Tahap <i>Analyze</i>	15
2.3.1. Diagram <i>Ishikawa</i>	15
2.4 Tahap <i>Improve</i>	15
2.5 Tahap <i>Control</i>	16
2.5.1. Membandingkan Dua Populasi.....	16
2.6 Produk PT. Betts Indonesia	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	21

3.2	Variabel Penelitian	22
3.3	Langkah Analisis	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1	Tahap <i>Define</i>	27
4.2	Tahap <i>Measure</i>	28
4.2.1.	Uji Distribusi Normal Fase I	29
4.2.2.	Peta Kendali $\bar{x} - s$ Fase I	30
4.2.3.	Uji Keacakan Fase I	33
4.2.4.	Analisis Kapabilitas Fase I	35
4.2.5.	Menentukan Level Sigma Fase I	35
4.3	Tahap <i>Analyze</i>	36
4.4	Tahap <i>Improve</i>	37
4.5	Tahap <i>Control</i>	37
4.5.1.	Uji Distribusi Normal Fase II	38
4.5.2.	Peta Kendali $\bar{x} - s$ Fase II	39
4.5.3.	Perbedaan Rata – Rata Fase I dan Fase II	40
4.5.4.	Diagram Ishikawa	44
4.5.5.	Uji Keacakan Fase II	44
4.5.6.	Analisis Kapabilitas Proses Fase II	46
4.5.7.	Menentukan Level Sigma Fase I	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		53
BIODATA PENULIS		67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koversi Level Sigma	6
Tabel 2.2 Organisasi Data	12
Tabel 3.1 Struktur Data Variabel <i>Tube Length</i>	21
Tabel 4.1 Karakteristik <i>Tube Length</i> Fase I	29
Tabel 4.2 Karakteristik <i>Tube Length</i> Fase II	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik Distribusi Normal	8
Gambar 2.2 Diagram <i>Ishikawa</i>	15
Gambar 2.3 <i>Tube</i> Pepsodent White 75 Gram.....	19
Gambar 2.4 Peta Proses Operasi <i>Laminate Tube</i> Pepsodent White 75 Gram.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir	25
Gambar 4.1 Jumlah Produksi <i>Laminate Tube</i> Tahun 2018.....	27
Gambar 4.2 Diagram SIPOC	28
Gambar 4.3 Uji Normalitas Fase I	30
Gambar 4.4 Peta Kendali s Fase I.....	30
Gambar 4.5 Peta Kendali s Fase I Iterasi 1	31
Gambar 4.6 Peta Kendali \bar{x} Fase I.....	32
Gambar 4.7 Peta Kendali s Fase I Iterasi 2	32
Gambar 4.8 Peta Kendali \bar{x} Fase I Iterasi 1	33
Gambar 4.9 Diagram <i>Ishikawa</i> Fase I.....	36
Gambar 4.10 Uji Normalitas Fase II.....	38
Gambar 4.11 Peta Kendali s Fase II.....	39
Gambar 4.12 Peta Kendali \bar{x} Fase II.....	40
Gambar 4.13 Peta Kendali s Fase II Baru	41
Gambar 4.14 Peta Kendali \bar{x} Fase II Baru.....	42
Gambar 4.15 Peta Kendali s Fase II Baru Iterasi 1	43
Gambar 4.16 Peta Kendali \bar{x} Fase II Baru Iterasi 1	43
Gambar 4.17 Diagram <i>Ishikawa</i> Fase II	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jumlah Produk <i>Laminate Tube</i> Tahun 2018.....	53
Lampiran 2. Data Hasil Pemeriksaan Fase I	53
Lampiran 3. Data Hasil Pemeriksaan Fase II.....	54
Lampiran 4. <i>Output</i> Analisis Statistika Deskriptif.....	55
Lampiran 5. <i>Output</i> Analisis Uji Keacakan	56
Lampiran 6. <i>Output</i> Analisis Perbandingan Dua Populasi (<i>t test</i>).....	57
Lampiran 7. <i>Output</i> Analisis Uji Distribusi Normal	57
Lampiran 8. <i>Output</i> Kapabilitas Proses.....	58
Lampiran 9. Tabel Pengujian Distribusi Normal	59
Lampiran 10. Tabel Harga – Harga Kritis Atas untuk R dalam Uji Rangkaian.....	60
Lampiran 11. Tabel Harga – Harga Kritis Bawah untuk R dalam Uji Rangkaian	61
Lampiran 12. Tabel Distribusi Normal Standar	62
Lampiran 13. Tabel Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel.....	64
Lampiran 14. Tabel Distribusi <i>F</i>	65
Lampiran 15. Tabel Distribusi <i>t</i>	66
Lampiran 16. Surat Penerimaan Penelitian di PT. Betts Indonesia.....	67
Lampiran 17. Surat Pernyataan Keaslian Data Tugas Akhir.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemasan merupakan bagian penting dari suatu produk, karena berfungsi untuk melindungi dan mempertahankan kualitas isi yang ada di dalamnya. PT. Betts Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri dengan produknya yaitu kemasan *oral care* dan kosmetik untuk berbagai merek, salah satunya adalah merek Pepsodent White 75 gram, yang mana produksinya berdasarkan pada kuantitas pesanan pelanggan. Produk kemasan pada perusahaan ini biasanya disebut dengan *laminated tube*.

PT. Betts Indonesia memiliki sertifikat ISO 9002 dan ISO 9001:2008 mengenai standar internasional di bidang sistem manajemen mutu, yang mana pada klausul 8 memuat pengukuran, analisis, dan perbaikan sehingga perusahaan setelah melakukan pengukuran terhadap hasil proses produksi yang sesuai dengan standar yang ditetapkan baik dari segi pemeriksaan produksinya maupun kualitas produk yang dihasilkan, kemudian melakukan pengendalian proses produksi dengan metode yang sesuai untuk dilakukan perbaikan yang berkesinambungan, akan tetapi pada hasil proses produksinya terdapat produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan belum dilakukan analisis statistik secara kontinu.

Kualitas produk *laminated tube* yang paling diperhatikan oleh pelanggan yaitu kualitas *tube length*, karena apabila tidak sesuai dengan standar yang ditentukan, maka ada kemungkinan isi produk tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi.

Tahun 2011 PT. Betts Indonesia mengalami kerugian sebesar Rp 466.413.148,79 karena terjadi *External Block Batch* (EBB) atau pengembalian produk dari pelanggan yang disebabkan oleh *tube length* tidak sesuai dengan standar yang ditentukan, sehingga untuk meminimalisir terjadinya produk cacat maka perusahaan melakukan pengendalian kualitas terhadap proses produksi *laminated tube*.

Metode statistika yang dapat digunakan untuk mengendalikan kualitas yaitu pengendalian kualitas statistik, yang merupakan sebuah proses yang digunakan untuk menjaga standar, mengukur dan melakukan tindakan perbaikan terhadap produk dan jasa yang diproduksi (Heizer & Render, 2015). Salah satu cara untuk mengendalikan kualitas dapat menggunakan metode *six sigma* yang merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan/atau jasa) (Gasperz, 2002). Metode tersebut fokus pada cacat dan variasi pada karakteristik kualitas. Langkah untuk mengurangi cacat dalam *six sigma* dilakukan dengan DMAIC, yaitu pendefinisian (*Define*), pengukuran (*Measure*), penganalisaan (*Analyze*), perbaikan (*Improve*), dan pengendalian (*Control*).

Proses produksi *laminare tube* Pepsodent White 75 gram pernah dilakukan penelitian oleh Khoiriah (2018) yang menunjukkan hasil bahwa proses produksi tidak kapabel dan faktor penyebab terjadinya cacat adalah faktor mesin. Mahara dan Rahmania (2018) pada proses produksi *laminare tube* Md Dental IQ Ori 90 gram menunjukkan bahwa hasil proses produksi tidak kapabel dan faktor penyebab terjadinya produk cacat adalah faktor mesin. Handes dkk (2013) pada proses produksi produk *loreal "E"* 200 ml di PT. DYN, TBK menunjukkan bahwa proses produksi belum terkendali, dan faktor terjadinya cacat adalah faktor manusia (kurang teliti dan terampil), faktor material (bahan baku kotor), faktor metode (proses kerja tidak mengikuti standar kerja), faktor mesin (pengaturan mesin tidak sesuai), dan faktor lingkungan (keadaan yang kurang bersih).

1.2 Rumusan Masalah

PT. Betts Indonesia merupakan produsen *laminare tube* untuk berbagai merek dengan bahan dasar *Aluminium Barrier Laminare* (ABL) dan *Plastic Barrier Laminare* (PBL). Perusahaan ini telah memiliki sertifikasi ISO 9002 dan ISO 9001:2008 tentang standar internasional di bidang sistem manajemen mutu, yang mengharuskan proses produksi sesuai dengan standar yang

ditentukan, akan tetapi pada kenyataannya masih ada proses produksi *laminare tube* yang menghasilkan produk cacat.

Produk *laminare tube* 75 gram untuk merek Pepsodent White merupakan produk yang kuantitas pemesanannya paling banyak, sehingga kualitasnya sangat diperhatikan. Kualitas produk yang paling diperhatikan oleh pelanggan adalah *tube length*, karena apabila tidak sesuai dengan standar yang ditentukan maka ada kemungkinan isi produk tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi.

Tahun 2011 perusahaan mengalami kerugian karena terjadi *External Block Batch* (EBB) disebabkan oleh *tube length* tidak sesuai dengan standar yang ditentukan.

Selama ini hasil pemeriksaan produk yang dilakukan oleh divisi *Quality Assurance* (QA) belum dilakukan analisis statistik secara kontinu, tetapi hasil produksinya hanya disajikan dalam bentuk grafik, oleh karena itu pada penelitian ini akan dicoba untuk mengurangi produk cacat dengan menggunakan analisis *six sigma*.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, tujuan yang akan dicapai sebagai berikut.

1. Menganalisis kapabilitas proses produksi *laminare tube* 75 gram di PT. Betts Indonesia.
2. Menentukan level sigma dari proses produksi *laminare tube*.
3. Mengetahui faktor – faktor penyebab terjadinya cacat pada produksi *laminare tube*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu dapat memberikan evaluasi untuk melakukan perbaikan dalam sistem produksi berdasarkan faktor – faktor penyebab cacat sehingga tidak terulang kembali dan dapat meningkatkan kualitas produksi.

1.5 Batasan Masalah

Produk yang diamati adalah *laminare tube* Pepsodent White 75 gram yang diproduksi dengan menggunakan enam mesin produksi, akan tetapi dalam penelitian ini yang digunakan hanya pada mesin satu saja, yaitu mesin I.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pengendalian kualitas merupakan aktivitas keteknikan dan manajemen, dimana aktivitas tersebut mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai apabila ada perbedaan antara produk yang dihasilkan dengan standar yang ditetapkan (Montgomery, 2013). Adanya pengendalian kualitas terhadap proses produksi dapat berguna untuk mempertahankan, memperbaiki, dan menjaga kualitas dengan cara mengurangi jumlah produk yang rusak sehingga memberi manfaat dan memuaskan keinginan pelanggan. Salah satu metode statistik yang digunakan untuk pengendalian kualitas adalah *six sigma* yang merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan/atau jasa) (Gasperz, 2002).

Six sigma adalah suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma* Motorola mampu menjawab tantangan bahwa sistem manajemen kualitas seperti *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), ISO 9000, dan lain-lain, hanya menekankan pada upaya peningkatan terus menerus berdasarkan kesadaran mandiri manajemen, tanpa memberikan solusi yang ampuh bagaimana terobosan-terobosan harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol, dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *six sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defects per million opportunities*-kegagalan per sejuta kesempatan). Konsep yang dikembangkan Motorola berasumsi pada kondisi proses yang mengikuti distribusi normal dan mengizinkan rata – rata proses bergeser $1,5\sigma$ dari nilai target

yang diinginkan konsumen. Keterangan level sigma Motorola ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Konversi Level Sigma

Level Sigma	Persentase	DPMO
±1	30,23%	697700
±2	69,13%	308700
±3	93,32%	66810
±4	99,379%	6210
±5	99,9767%	233
±6	99,99966%	3,4

Fokus *six sigma* pada cacat dan variasi pada karakteristik kualitas, dimana langkah untuk mengurangi cacat dalam metode ini dapat dilakukan dengan DMAIC, yaitu *Define* (pendefinisian), *Measure* (pengukuran), *Analyze* (penganalisaan), *Improve* (perbaikan), dan *Control* (pengendalian).

2.1 Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahap mengidentifikasi permasalahan yang menjadi sasaran peningkatan proses produksi berdasarkan kebutuhan konsumen, melakukan penetapan tujuan dan cakupan dalam perbaikan proses sehingga ruang lingkup perbaikan lebih terarah. Kegiatan dalam tahap ini yaitu membuat deskripsi proyek atau penelitian, dan membuat diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Pelanggan*) sebagai gambaran sederhana dari proses serta digunakan untuk memahami dan memvisualisasikan elemen proses (Montgomery, 2013).

2.2 Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap mengevaluasi proses produksi pada kondisi awal melalui pengumpulan data tentang ukuran kualitas, biaya, dan waktu output/siklus. Tahap ini dilakukan analisis kapabilitas proses dan menentukan level sigma (Montgomery, 2013).

2.2.1 Pengujian Asumsi

Peta kendali \bar{x} berasal dari variabel random x_i , sehingga asumsi yang harus dipenuhi yaitu asumsi distribusi normal dan asumsi keacakan. Peta kendali didasarkan pada distribusi normal, karena memiliki Garis Tengah (GT), Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB). Garis Tengah (GT) diperoleh dari pengumpulan data yang menunjukkan rata – rata proses (sampel), dan nilai – nilai yang digambarkan pada peta kendali diasumsikan berdistribusi normal. Apabila sampel diasumsikan berdistribusi normal dengan nilai $k = 3$, berarti terdapat peluang sebesar 0,0027 dari sampel yang berada diluar batas kendali dan proses terkendali. Pengujian asumsi keacakan digunakan untuk mengetahui proses telah terkendali secara statistik atau belum.

a. Distribusi Normal

Variabel random X dinyatakan berdistribusi normal yang dinotasikan dengan $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, dimana rata – rata μ dan varians σ^2 , untuk mengetahui variabel X berdistribusi normal, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov*, dimana hipotesisnya sebagai berikut.

H_0 : Sampel data diambil dari populasi yang mengikuti distribusi normal.

H_1 : Sampel data diambil dari populasi yang tidak mengikuti distribusi normal.

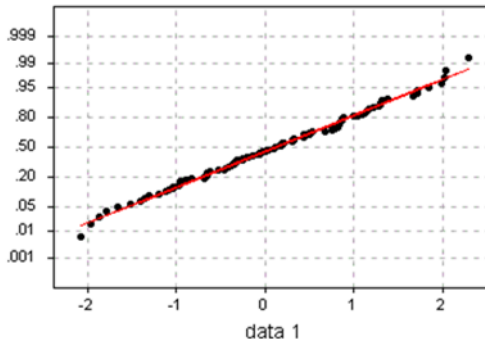
Untuk menerima atau menolak H_0 maka digunakan statistik uji seperti pada Persamaan 2.1.

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

$S(x)$ menyatakan fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel dan $F(x)$ menyatakan fungsi distribusi kumulatif. Apabila ditetapkan taraf signifikan sebesar α maka H_0 ditolak jika nilai statistik uji $D > D_{1-\alpha;n}$, dimana $D_{1-\alpha;n}$ dapat dilihat pada Lampiran 9.

Untuk menguji distribusi normal dapat juga dilakukan secara visual dengan melihat pola data pengamatan, apabila

mengikuti distribusi normal maka pola tersebut akan menyerupai atau mengikuti garis linier seperti pada Gambar 2.1, dimana pada sumbu X menunjukkan data pengamatan dan sumbu Y menunjukkan persentase tiap pengamatan.



Gambar 2.1 Grafik Distribusi Normal

b. Keacakan Data

Pengambilan sampel dalam suatu pengamatan harus dilakukan secara acak, sehingga sampel yang terambil dapat menggambarkan kondisi populasi yang sebenarnya. Menguji keacakan digunakan untuk mengetahui apakah sampel yang diambil secara acak atau tidak, dimana apabila sampel diambil secara acak maka digunakan sebagai syarat membuat peta kendali untuk mengetahui apakah hasil pengamatan telah terkendali atau tidak.

Pengujian keacakan data dilakukan dengan mengambil sampel berukuran n dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Data pengamatan telah diambil secara acak dari suatu populasi.

H_1 : Data pengamatan telah diambil secara tidak acak dari suatu populasi.

Untuk menolak H_0 maka diperlukan statistik uji yang ditunjukkan pada Persamaan 2.2.

$$r = \text{banyaknya runtun data} \quad (2.2)$$

Banyaknya runtun data (r) merupakan jumlah deretan simbol yang sama dari hasil selisih nilai observasi (x_i) dengan nilai median, yang mana apabila bernilai positif maka masuk pada

pengamatan kelompok pertama (n_1), sedangkan apabila bernilai negatif maka masuk pada pengamatan kelompok kedua (n_1).

H_0 ditolak jika r lebih dari $r_{atas(n_1, n_2)}$ atau r kurang dari $r_{bawah(n_1, n_2)}$, dimana r_{atas} dan r_{bawah} dapat dilihat pada Lampiran 10 dan 11.

Apabila ukuran dari n_1 maupun n_2 lebih dari sama dengan 20, maka statistik uji menggunakan aproksimasi yang diberikan pada Persamaan 2.3.

$$z = \frac{r - \left\{ \left[\frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} \right] + 1 \right\}}{\sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}}} \quad (2.3)$$

Menggunakan taraf signifikan sebesar α , maka H_0 ditolak apabila nilai z lebih besar dari $z_{\alpha/2}$, dimana nilai $z_{\alpha/2}$ dapat dilihat pada Lampiran 12.

2.2.2 Peta Kendali

Peta kendali digunakan untuk melihat suatu proses berada dalam kondisi terkendali atau tidak, serta dapat mengetahui penyebab dari proses yang tidak terkendali apakah disebabkan oleh *assignable causes* atau *random causes*.

Assignable causes merupakan penyebab yang dipengaruhi oleh faktor 4M+1L (Manusia, Mesin, Material, Metode, dan Lingkungan), sedangkan pada *random causes* faktor 4M+1L terkendali, akan tetapi masih ada penyebab yang tidak diketahui yang disebabkan oleh faktor kebetulan.

Peta kendali merupakan gambaran tentang penyebaran kualitas hasil proses produksi yang terdiri dari Batas Kendali Atas (BKA), Batas Kendali Bawah (BKB), dan Garis Tengah (GT). Batas Kendali (BK) didasarkan pada ekspektasi Karakteristik Kualitas (KK) dengan penambahan atau pengurangan dari nilai α yang dinotasikan dengan k dikalikan dengan akar dari varians karakteristik kualitas tersebut yang dijelaskan pada Persamaan 2.4.

$$BK = E(KK) \pm k \sqrt{\text{var}(KK)} \quad (2.4)$$

Terdapat dua jenis karakteristik kualitas yaitu kualitas atribut dan variabel. Karakteristik kualitas atribut adalah karakteristik kualitas suatu produk yang dinyatakan dalam kategori tertentu sehingga dapat menggunakan peta kendali atribut antara lain peta p , np , c dan u , sedangkan karakteristik kualitas variabel adalah karakteristik kualitas produk yang dinyatakan dengan besaran yang dapat diukur (besaran kontinu). Peta kendali variabel ada beberapa macam, jika karakteristik kualitas hanya satu maka digunakan peta kendali $\bar{x} - R$, $\bar{x} - S$ dan peta individu, tetapi jika karakteristik kualitas lebih dari satu dan saling dependen maka digunakan peta kendali *Generalized Variance* dan T^2 *Hotelling* (Montgomery, 2013).

a. Peta Kendali s

Peta kendali s digunakan untuk memantau dan mengendalikan variabilitas proses yang mempunyai karakteristik kualitas variabel yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran, serta digunakan apabila ukuran sampel n cukup besar, misalnya $n > 10$ atau 12 (Montgomery, 2013). Organisasi data peta kendali $\bar{x} - s$ ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Jika σ tidak diketahui, maka untuk menghitung standar deviasi setiap subgroup digunakan Persamaan 2.5.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

Jika nilai s_i telah dihitung, kemudian mencari rata-rata dari standar deviasi masing-masing subgroup dengan menggunakan Persamaan 2.6.

$$\bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i \quad (2.6)$$

Nilai – nilai tersebut digunakan untuk membuat peta kendali s dengan ditaksir menggunakan statistik \bar{s}/c_4 yang merupakan penaksir tak bias untuk σ . Nilai c_4 adalah suatu konstanta yang tergantung pada ukuran sampel n dan apabila nilai

α yang dinotasikan dengan k sebesar 3, maka parameter peta kendali s dinyatakan dalam Persamaan 2.7.

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{s} + 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \\ GT &= \bar{s} \\ BKB &= \bar{s} - 3 \frac{\bar{s}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Jika $B_3 = 1 - \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$ dan $B_4 = 1 + \frac{3}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2}$, maka parameter peta kendali s dapat dituliskan seperti Persamaan 2.8.

$$\begin{aligned} BKA &= B_4 \bar{s} \\ GT &= \bar{s} \\ BKB &= B_3 \bar{s} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Nilai B_3 dan B_4 merupakan nilai koefisien peta kendali s yang diperoleh berdasarkan ukuran sampel n dimana nilai tersebut dapat dilihat pada Lampiran 13.

Jika dalam peta kendali s terdapat data yang *out of control*, maka dicari penyebabnya. Apabila disebabkan oleh *assignable causes*, maka data yang *out of control* tersebut dikeluarkan kemudian membuat peta kendali s baru. Setelah peta kendali s terkendali maka dapat dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} .

b. Peta Kendali \bar{x}

Setelah variabilitas proses dari peta kendali s terkendali maka dapat dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} . Peta kendali \bar{x} digunakan untuk memantau *mean* proses yang mempunyai karakteristik kualitas berskala kontinyu yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran (Montgomery, 2013).

Jika variabel randomnya adalah X_i , maka nilai rata-rata dari masing-masing subgrup dihitung dengan Persamaan 2.9.

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (2.9)$$

Tabel 2.2 Organisasi Data (Lanjutan)

Subgrup	Ukuran Sampel						\bar{x}	s
	X_1	X_2	...	X_j	...	X_n		
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}

2.2.3 Analisis Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses dalam menghasilkan suatu produk sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Kapabilitas proses digunakan untuk mengukur kemampuan proses berdasarkan tingkat presisi dan akurasi. Presisi adalah kedekatan yang memiliki nilai hampir sama antara pengamatan satu dengan yang lain, sedangkan akurasi adalah kedekatan antar pengamatan dengan target yang sudah ditentukan. Terdapat dua pengukuran yang digunakan untuk menentukan kapabilitas dari suatu proses secara kuantitatif yaitu rasio kemampuan proses (C_p) dan indeks kapabilitas proses (C_{pk}) (Montgomery, 2013).

a. Rasio Kemampuan Proses (C_p)

C_p merupakan suatu indeks kemampuan proses dimana perhitungannya hanya memperhatikan sebaran data namun tidak memperhatikan pusat data atau μ . Apabila proses berada dalam batas pengendalian statistik dan memiliki nilai presisi yang tinggi maka nilai C_p harus lebih besar dari 1, artinya selisih nilai Batas Spesifikasi Atas (BSA) dan Batas Spesifikasi Bawah (BSB) nilainya harus lebih besar dari keragaman (σ) hasil proses produksi, maka rasio kemampuan proses atau indeks kemampuan proses dijelaskan pada Persamaan 2.13.

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad (2.13)$$

Capability Process Upper (C_{pu}) digunakan jika suatu produk mempunyai batas spesifikasi atas saja, sedangkan *Capability Process Lower* (C_{pl}) digunakan jika suatu produk

mempunyai batas spesifikasi bawah saja. Nilai C_{pu} dan C_{pl} yang diharapkan harus lebih besar dari 1, maka selisih nilai BSA atau BSB dengan rata-rata populasi (μ) harus lebih besar dari 3σ hasil proses produksi dalam populasi yang dijelaskan pada Persamaan 2.14 dan 2.15.

$$C_{pu} = \frac{BSA - \mu}{3\sigma} \quad (2.14)$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - BSB}{3\sigma} \quad (2.15)$$

b. Indeks Kapabilitas Proses (C_{pk})

Rasio kemampuan proses mengukur kemampuan potensial dengan memperhatikan nilai μ . Rata-rata proses tersebut diasumsikan berada pada kondisi *in statistical control*. Kenyataannya, nilai rata-rata tidak selalu berada di tengah, sehingga perlu mengetahui variasi dan rata-rata proses. Nilai C_{pk} mewakili kemampuan sesungguhnya dari suatu proses dengan parameter nilai tertentu.

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl}) \quad (2.16)$$

Syarat yang harus terpenuhi sebelum melakukan analisis Indeks Kapabilitas Proses adalah peta kendali harus terkendali secara statistik, yaitu jika proses tersebut menyebar secara acak diantara batas kendali atas dan batas kendali bawah.

2.2.4 Menentukan Level Sigma

Level sigma adalah indikator perbaikan proses yang selama ini berlangsung. Perhitungan level sigma berawal dari menghitung banyaknya cacat per satu kesempatan yang dinyatakan dalam *Defect Per Opportunity* (DPO) yang merupakan banyaknya cacat yang ditemukan dibagi dengan jumlah produk yang telah diproduksi dikali dengan *Critical to Quality* (CTQ) potensial yang menyebabkan cacat atau jumlah karakteristik kualitas. Apabila DPO dikalikan dengan konstanta 1.000.000 akan menjadi *Defect Per Million Opportunities* (DPMO), dimana dijelaskan pada Persamaan 2.17 dan 2.18.

$$DPO = \frac{Jumlah_defect}{Jumlah_produk_yang_diproduksi \times CTQ} \quad (2.17)$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2.18)$$

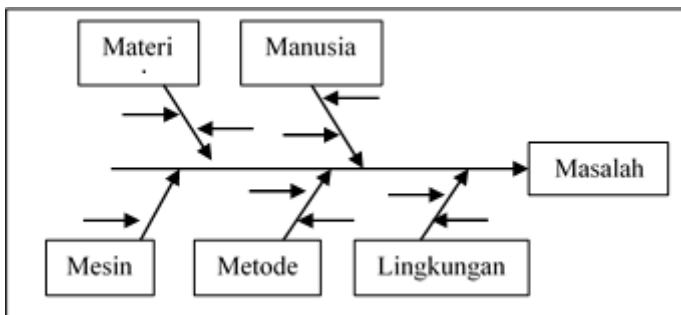
Apabila suatu perusahaan hanya mendapat 3 sampai 4 produk cacat dari 1.000.000 produk, maka dapat disimpulkan bahwa proses produksi pada perusahaan tersebut memiliki level 6σ (Gaspersz, 2002).

2.3 Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahap untuk menentukan hubungan sebab akibat dalam proses memahami berbagai sumber variabilitas. Tahap ini digunakan untuk menentukan penyebab potensial dari adanya produk cacat menggunakan diagram *ishikawa*.

2.3.1 Diagram *Ishikawa*

Diagram *ishikawa* atau diagram sebab akibat merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi penyebab terjadinya masalah atau jenis cacat, sehingga dilakukan identifikasi untuk mengetahui penyebab utama yang menjadi akar permasalahan dari adanya cacat tersebut (Montgomery, 2013).



Gambar 2.2 Diagram *Ishikawa*

2.4 Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap membuat usulan – usulan perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya produk cacat, serta mengimplementasikan usulan – usulan tersebut.

Solusi dalam melakukan perbaikan dapat dilaksanakan melalui *brainstorming* atau melakukan diskusi dengan orang – orang yang ahli pada proses tersebut.

2.5 Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap melakukan pengendalian proses secara terus menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target 6σ . Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah analisis kapabilitas proses, mengidentifikasi penyebab *out of control*, dan menentukan level sigma. Akan tetapi, sebelum melakukan kegiatan tersebut dilakukan uji perbedaan rata – rata dua populasi untuk mengetahui pergeseran proses awal dan sesudah dilakukan perbaikan.

2.5.1 Membandingkan Dua Populasi

Adanya pergeseran proses awal dengan proses sesudah perbaikan dapat diketahui dengan membandingkan *mean* dua populasi, akan tetapi sebelum membandingkan *mean* dua populasi perlu melakukan uji varians dua populasi untuk mengetahui varians kedua populasi sama atau tidak.

a. Varians Dua Populasi

Uji varians dua populasi digunakan untuk membandingkan varians kedua populasi tersebut apakah sama atau tidak. Menguji varians dua populasi dilakukan dengan membandingkan 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)

Menolak atau tidak menolak H_0 diperlukan statistik uji yang dijelaskan pada Persamaan 2.19.

$$F_0 = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (2.19)$$

H_0 ditolak pada taraf signifikan sebesar α , jika nilai statistik uji $F_0 < F_{(1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1)}$ atau $F_0 > F_{(\alpha/2, n_1-1, n_2-1)}$, dimana nilai F dapat dilihat pada Lampiran 14.

b. Rata – Rata Dua Populasi

Untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan (kesamaan) rata-rata antara dua populasi, maka dilakukan pengujian dua populasi dengan menggunakan metode uji t (Montgomery, 2013). Membandingkan dua populasi dilakukan dengan mengidentifikasi rata-rata sampel populasi 1 (\bar{x}_1) dan rata-rata sampel populasi 2 (\bar{x}_2), dengan hipotesis sebagai berikut.

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)

Statistik uji yang digunakan apabila varians populasi tidak diketahui, jumlah sampel populasi 1 (n_1) dan jumlah sampel populasi 2 (n_2) berbeda, serta varians kedua populasi dianggap sama, maka menggunakan Persamaan 2.20.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{pooled} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (2.20)$$

dengan,

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2.21)$$

H_0 ditolak pada taraf signifikan sebesar α , jika nilai statistik uji $t < -t_{(\alpha/2, n_1+n_2-2)}$ atau $t > t_{(\alpha/2, n_1+n_2-2)}$, dimana S_{pooled} merupakan gabungan dua standar deviasi. Nilai t dapat dilihat pada Lampiran 15.

Apabila varians kedua populasi tidak diketahui serta dianggap tidak sama, maka menggunakan Persamaan 2.22.

$$t = \frac{\bar{\bar{x}}_1 - \bar{\bar{x}}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (2.22)$$

dengan,

$$v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)}{\left[\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right)^2}{(n_1 - 1)} \right] + \left[\frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{(n_2 - 1)} \right]} \quad (2.23)$$

. H_0 ditolak pada taraf signifikan sebesar α , jika nilai statistik uji $t < -t_{(\alpha/2;v)}$ atau $t > t_{(\alpha/2;v)}$, dimana v merupakan derajat bebas.

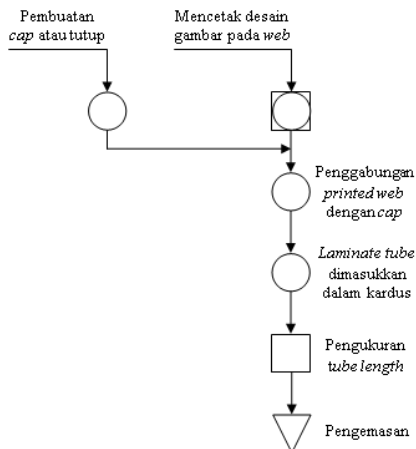
2.6 Produk PT. Betts Indonesia

PT. Betts merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri kemasan plastik dengan produknya yaitu *laminare tube* yang berbahan dasar dari *Aluminium* atau *Plastic Barrier Laminare* (ABL/PBL). *Laminare tube* yang diproduksi pada perusahaan ini ada berbagai ukuran dari merek produk yang berbeda-beda. Produksinya menggunakan mesin yang berbeda berdasarkan ukuran produknya. Salah satu *laminare tube* yang diproduksi di perusahaan ini adalah merek Pepsodent White 75 gram yang diproduksi menggunakan jenis mesin SAESA 2000s dengan menggunakan bahan baku jenis ABL. Variabel kualitas yang diukur yaitu *tube length* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tube Pepsodent White 75 Gram

Proses produksi *laminated tube* Pepsodent White 75 gram diawali dari proses *printing*. *Printing* merupakan proses dimana *web* atau *raw materials* yang terbuat dari *polymer granules* yang dilapisi oleh aluminium dicetak sesuai dengan desain pelanggan yang diproses dengan teknologi canggih untuk memungkinkan akurasi dengan pencetakan warna dan detail lainnya pada *web*. Kemudian proses *injection moulding* yang merupakan proses pembuatan *cap* atau tutup. Proses selanjutnya yaitu *welding* yang merupakan proses dimana laminasi yang masih dalam bentuk lembaran disegel untuk membentuk lengan bahu dan tutup yang dipasang ke dasar tabung sesuai permintaan pelanggan, selain itu pada proses ini yang diukur adalah *tube length* produk *tube* Pepsodent 75 gram.



Gambar 2.4 Peta Proses Operasi *Laminated Tube* Pepsodent White 75 Gram

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari divisi *Quality Assurance* (QA) PT. Betts Indonesia pada pemeriksaan proses produksi *laminare tube* Pepsodent White 75 gram.

Data pengamatan dibagi menjadi dua fase. Fase I merupakan kondisi sebelum dilakukan proses perbaikan yaitu pada Februari 2019, sedangkan fase II merupakan kondisi setelah dilakukan proses perbaikan pada April 2019.

Produksi *laminare tube* dilakukan dari hari Senin sampai Minggu yang dibagi menjadi tiga *shift* dalam satu hari, yaitu *shift* 1 dilakukan pukul 06.00 – 14.00 WIB, *shift* 2 pukul 14.00 – 22.00 WIB, dan *shift* 3 pukul 22.00 – 06.00, dimana pengambilan sampel dilakukan setiap *shift* pagi yang ditentukan oleh perusahaan yaitu sebanyak 20 pcs pada tiap 7000 pcs secara *random*. Penelitian ini menggunakan satu *shift* karena produksi antar *shift* sama dan dikhawatirkan populasi setiap *shift* berbeda sehingga memilih *shift* 1. Struktur data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Data primer diperoleh melalui wawancara dengan ahli bidang *Quality Control* dan karyawan produksi *laminare tube* dari PT. Betts Indonesia untuk mengetahui akar permasalahan pada proses produksi *laminare tube* sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk proses produksi selanjutnya.

Tabel 3.1 Struktur Data Variabel *Tube Length*

Bulan	Subgroup (Hari)	Ukuran Sampel					\bar{x}	s
		X_1	X_2	X_3	...	X_{20}		
Fase I Februari 2019	1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{120}	\bar{x}_1	s_1
	2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{220}	\bar{x}_2	s_2
	3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	...	X_{320}	\bar{x}_3	s_3

Tabel 3.1 Struktur Data Variabel *Tube Length* (Lanjutan)

Bulan	Subgroup (Hari)	Ukuran Sampel					\bar{x}	s
		X_1	X_2	X_3	...	X_{20}		
Fase I Februari 2019	:	:	:	:	...	:	:	:
	15	X_{151}	X_{152}	X_{153}	...	$X_{15\ 20}$	\bar{x}_{15}	s_{15}
	:	:	:	:	...	:	:	:
	25	$X_{25\ 1}$	$X_{25\ 2}$	$X_{25\ 3}$...	$X_{25\ 20}$	\bar{x}_{25}	S_{25}
	Rata - Rata						$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{s}}$
Fase II April 2019	1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	$X_{1\ 20}$	\bar{x}_1	s_1
	2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	$X_{2\ 20}$	\bar{x}_2	s_2
	3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	...	$X_{3\ 20}$	\bar{x}_3	s_3
	:	:	:	:	...	:	:	:
	15	X_{151}	X_{152}	X_{153}	...	$X_{15\ 20}$	\bar{x}_{15}	s_{15}
	:	:	:	:	...	:	:	:
	20	$X_{20\ 1}$	$X_{20\ 2}$	$X_{20\ 3}$...	$X_{20\ 20}$	\bar{x}_{20}	s_{31}
	Rata - Rata						$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{s}}$

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah *tube length* yang merupakan jarak antara tutup hingga *body* produk. *Tube length* merupakan variabel kualitas yang berpengaruh terhadap isi dari Pepsodent. *Laminate tube* diukur tanpa *cap* dengan menggunakan penggaris *stainless* sesuai dengan spesifikasi yaitu $144,99 \pm 1,5$ mm, apabila tidak sesuai spesifikasi maka ada kemungkinan isi tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi, serta dapat mengakibatkan *External Block Batch* (EBB) atau pengembalian produk dari pelanggan yang dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan.

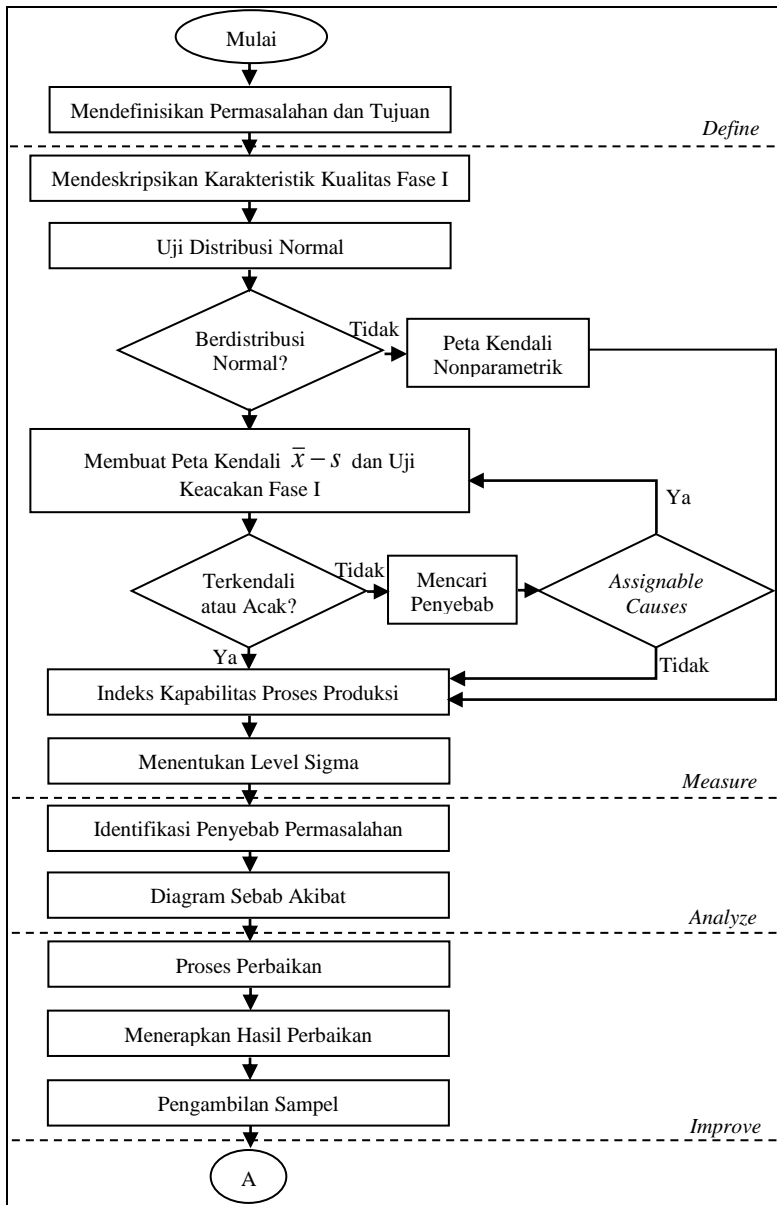
3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian untuk perbaikan kualitas produk *laminated tube* Pepsodent White 75 gram menggunakan metode *six sigma* sebagai berikut.

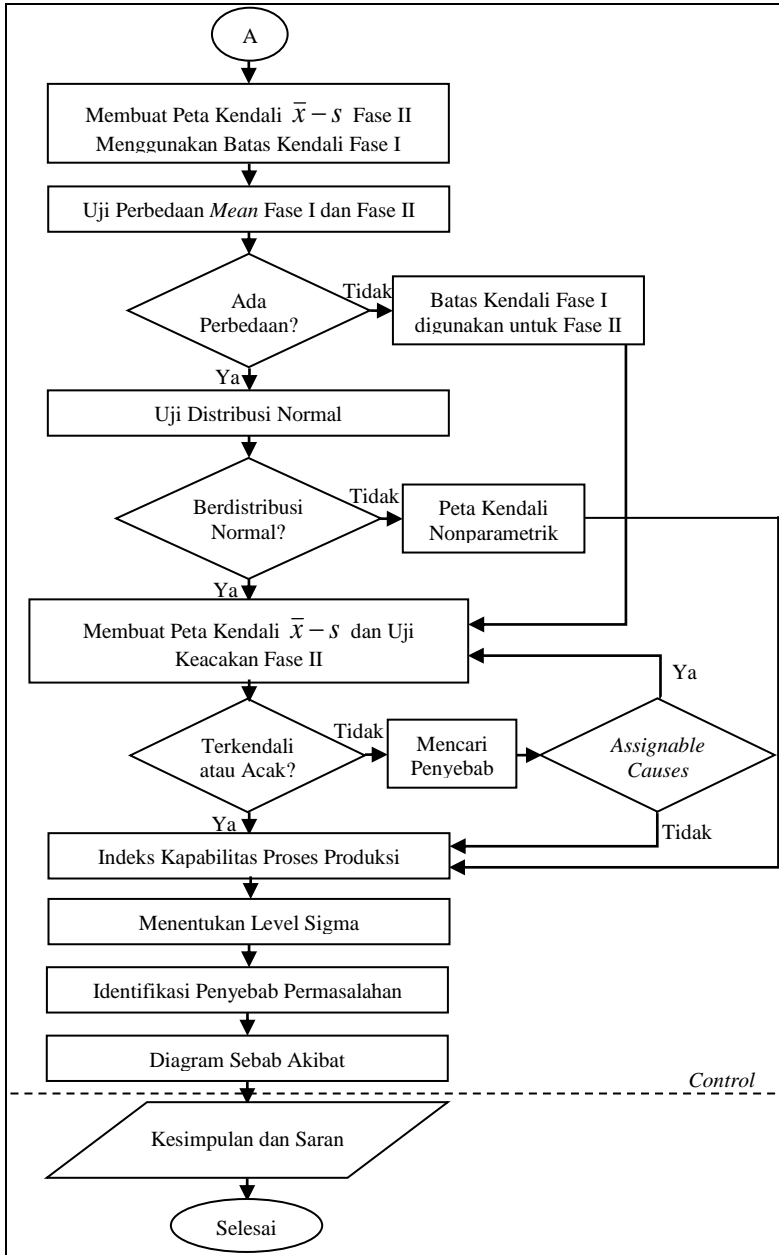
1. Tahap *Define*, yaitu melakukan pendeskripsian permasalahan pada proses produksi *laminated tube* Pepsodent White 75 gram dan menentukan tujuan penelitian.
2. Tahap *Measure*, yaitu menentukan karakteristik kualitas dan melakukan pengukuran hasil proses produksi fase I pada bulan Februari 2019 menggunakan peta kendali $\bar{x} - s$ kemudian dilanjutkan ke analisis kapabilitas dan menentukan level sigma dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Melakukan pengujian distribusi normal pada hasil proses produksi *laminated tube* fase I.
 - b. Membuat peta kendali *s*. Apabila terdapat pengamatan yang *out of control* maka dicari penyebab masalah dengan melihat kembali data masa lalu kemudian mengeliminasi pengamatan yang *out of control* untuk membuat peta kendali *s* baru. Setelah peta kendali *s* terkendali, kemudian membuat peta kendali \bar{x} . Apabila terdapat pengamatan yang *out of control* maka dicari penyebab masalah dengan melihat kembali data masa lalu kemudian mengevaluasi pengamatan yang *out of control* tersebut untuk membuat peta kendali \bar{x} baru.
 - c. Melakukan pengujian keacakan berdasarkan peta kendali $\bar{x} - s$ yang terbentuk.
 - d. Menentukan indeks kapabilitas proses produksi.
 - e. Menghitung level sigma.
3. Tahap *Analyze*, yaitu mengidentifikasi faktor penyebab produk cacat dan akar permasalahannya dengan menggunakan diagram ishikawa.
4. Tahap *Improve*, yaitu dilakukan dengan mengidentifikasi usulan – usulan perbaikan sesuai dengan akar permasalahan dari jenis cacat yang sebaiknya dilakukan oleh PT. Betts Indonesia untuk meningkatkan kualitas hasil proses produksi sehingga level sigma proses produksi meningkat.

5. Tahap *Control*, yaitu melakukan pengendalian pada proses produksi setelah perbaikan (fase II) oleh PT. Betts Indonesia. Tahap ini dilakukan dengan cara menganalisis kapabilitas dan menghitung level sigma pada proses produksi fase II dengan langkah – langkah sebagai berikut.
 - a. Membuat peta kendali $\bar{x} - s$ fase II menggunakan batas kendali fase I yang telah terkendali.
 - b. Melakukan pengujian *mean* dua populasi untuk mengetahui adanya perbedaan atau kesamaan rata-rata proses produksi antara fase I dan fase II.
 - c. Melakukan pengujian distribusi normal pada hasil proses produksi *laminated tube* fase II.
 - d. Membuat peta kendali *s*. Apabila terdapat pengamatan yang *out of control* maka diidentifikasi penyebab masalah menggunakan diagram ishikawa dengan melihat kembali data masa lalu kemudian mengeliminasi pengamatan yang *out of control* untuk membuat peta kendali *s* baru. Setelah peta kendali *s* terkendali, kemudian membuat peta kendali \bar{x} . Apabila terdapat pengamatan yang *out of control* maka diidentifikasi penyebab masalah menggunakan diagram ishikawa dengan melihat kembali data masa lalu kemudian mengeliminasi pengamatan yang *out of control* tersebut untuk membuat peta kendali \bar{x} baru.
 - e. Melakukan pengujian keacakan berdasarkan peta kendali $\bar{x} - s$ yang terbentuk.
 - f. Menentukan indeks kapabilitas proses produksi.
 - g. Menghitung level sigma.
6. Menarik kesimpulan dan saran.

Berdasarkan langkah analisis diatas maka didapatkan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir



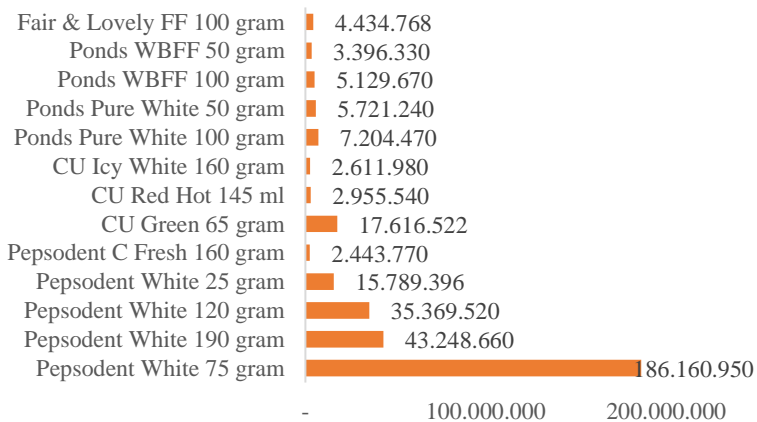
Gambar 3.1 (Lanjutan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil analisis proses produksi *laminare tube* Pepsodent White 75 gram menggunakan metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC yang meliputi *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*. Analisis dan pembahasan pada masing – masing tahapan dijelaskan sebagai berikut.

4.1 Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahapan pertama yang dilakukan pada metode *six sigma* yaitu mendeskripsikan permasalahan pada proses produksi dan menentukan tujuan penelitian. Produk yang paling banyak diproduksi pada PT. Betts Indonesia adalah *laminare tube* Pepsodent White 75 gram berdasarkan kuantitas pesanan pelanggan pada tahun 2018 yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 berdasarkan data pada Lampiran 1. Pada proses produksi tersebut menghasilkan produk cacat yang disebabkan oleh *tube length* tidak sesuai spesifikasi. Hal ini sangat diperhatikan oleh perusahaan, karena apabila terdapat banyak *tube length* yang tidak sesuai maka dapat menyebabkan *External Block Batch (EBB)* atau pengembalian produk dari pelanggan.

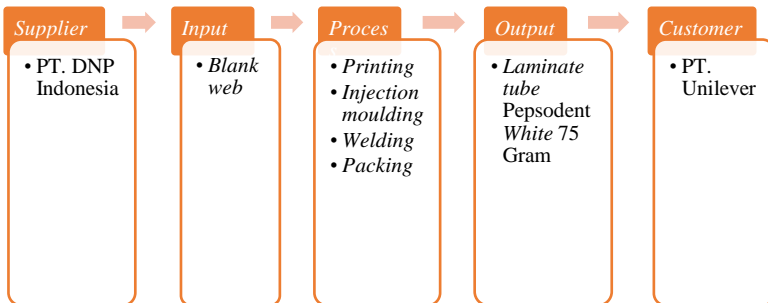


Gambar 4.1 Jumlah Produksi *Laminare Tube* Tahun 2018

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa jumlah produksi *laminat tube* yang paling banyak yaitu merek Pepsodent White 75 gram dengan jumlah 186.160.950 pcs. Sedangkan yang paling sedikit diproduksi yaitu merek Pepsodent C Fresh 160 gram dengan jumlah 2.443.770 pcs.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mengetahui indeks kapabilitas dan level sigma dari proses produksi *laminat tube* Pepsodent White 75 gram, yang selanjutnya mengidentifikasi faktor – faktor penyebab terjadinya cacat pada proses produksi tersebut sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produksi.

Selanjutnya membuat diagram *Supplier, Input, Proses, Output, dan Customer* (SIPOC) untuk mengidentifikasi proses produksi *laminat tube* Pepsodent White 75 gram di PT. Betts Indonesia yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram SIPOC

4.2 Tahap Measure

Tahap *measure* merupakan tahapan untuk menentukan karakteristik kualitas dan melakukan pengukuran hasil proses produksi *laminat tube* Pepsodent White 75 gram. Karakteristik kualitas yang diukur pada proses produksi tersebut adalah *tube length*, dimana hasil pengukurannya dapat dilihat pada Lampiran 2, yang selanjutnya dideskripsikan karakteristik *tube length*, berdasarkan hasil analisis statistika deskriptif pada Lampiran 4 yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik *Tube Length* Fase I

Rata - Rata	Varians	Min	Maks	Spesifikasi
144,09	0,50	142,00	146,00	143,49 – 146,49

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata – rata *tube length* Pepsodent White 75 gram produksi bulan Februari 2019 sebesar 144,09 mm dengan keragaman data sebesar 0,50. Berdasarkan nilai rata – rata *tube length* dapat diketahui bahwa hasil produksi *laminare tube* Pepsodent 75 gram telah berada dalam batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan. Akan tetapi, apabila dilihat dari nilai minimum dan maksimum terdapat produk yang berada di luar batas spesifikasi sebesar 1,6%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat produk yang tidak sesuai atau berada dalam kualitas buruk.

4.2.1 Uji Distribusi Normal Fase I

Uji distribusi normal digunakan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak, dengan menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov* berdasarkan data pada Lampiran 2 dan Persamaan 2.1, maka hipotesisnya sebagai berikut.

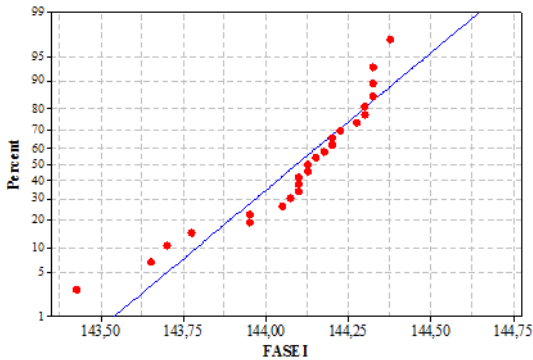
H_0 : Data hasil pemeriksaan *tube length* mengikuti distribusi normal.

H_1 : Data hasil pemeriksaan *tube length* tidak mengikuti distribusi normal.

Pada taraf signifikan α sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{1-\alpha;n}$. Berdasarkan Lampiran 7 dapat diketahui bahwa hasil statistik uji diperoleh nilai *Kolmogorov Smirnov* (D) sebesar 0,193 yang kurang dari nilai $D_{0,95;25}$ sebesar 0,264, sehingga dapat diputuskan bahwa H_0 gagal ditolak yang berarti data hasil pemeriksaan *tube length* mengikuti distribusi normal.

Selain menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov*, dapat dilihat secara visual yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa hasil pengamatan *tube length* berdistribusi normal karena plot – plot hasil pengamatan tersebut mengikuti garis linier.



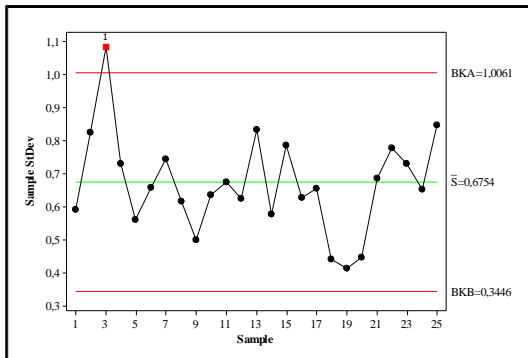
Gambar 4.3 Uji Normalitas Fase I

4.2.2 Peta Kendali $\bar{x} - s$ Fase I

Peta kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali $\bar{x} - s$ karena karakteristik kualitas yang digunakan variabel dengan masing – masing subgrup berukuran 20.

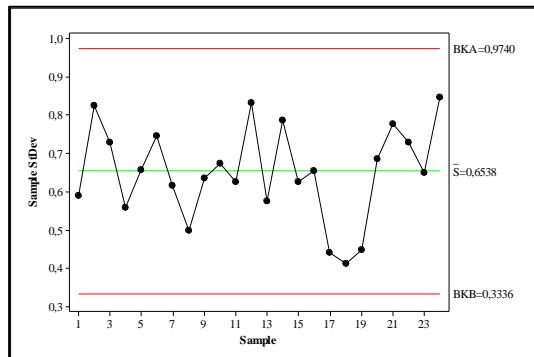
a. Peta Kendali s Fase I

Peta kendali s digunakan untuk memantau dan mengendalikan variabilitas proses produksi apakah telah terkendali secara statistik, dimana dengan menggunakan data pada Lampiran 2 dan batas kendali sesuai dengan Persamaan 2.8 ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Kendali s Fase I

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pengamatan tersebut terdapat satu pengamatan yang keluar dari batas kendali yaitu pada sampel nomor 3, yang disebabkan oleh faktor mesin yaitu *cutting error* karena adanya pergantian produksi *laminat tube* yang berbeda ukuran dengan *laminat tube* Pepsodent White 75 gram dan faktor lingkungan yang disebabkan oleh suhu ruangan yang seharusnya antara 15–20°C, namun pada saat itu suhu ruangan lebih dari 20°C dikarenakan perawatan AC kurang, sehingga menunjukkan bahwa proses produksi tersebut tidak terkendali secara statistik dan perlu dilakukan perbaikan. Oleh karena itu, sampel ke 3 dikeluarkan dan dilakukan analisis dengan membuat peta kendali baru yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.

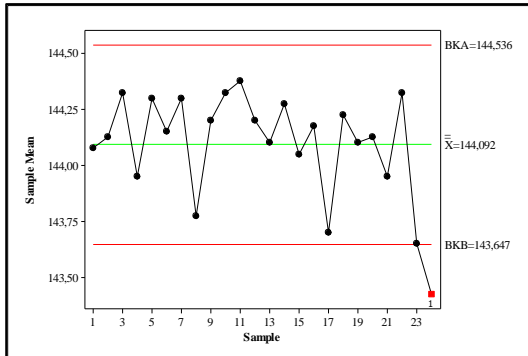


Gambar 4.5 Peta Kendali s Fase I Iterasi 1

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa tidak ada pengamatan yang berada di luar batas kendali, sehingga dilanjutkan dengan membuat peta kendali \bar{x} .

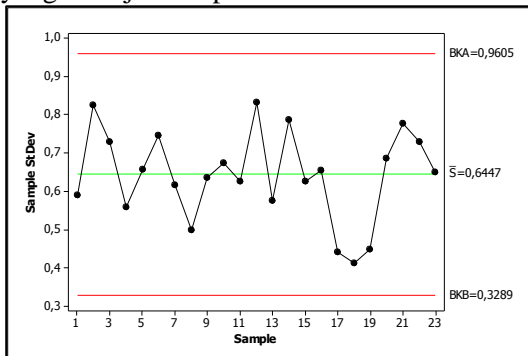
b. Peta Kendali \bar{x} Fase I

Variabilitas proses pada peta kendali s telah terkendali, sehingga selanjutnya dilakukan pengendalian *mean* proses dengan membuat peta kendali \bar{x} menggunakan Persamaan 2.12 yang ditunjukkan pada Gambar 4.6. Titik – titik pengamatan yang diplotkan pada peta kendali \bar{x} merupakan titik pengamatan yang telah terkendali pada variabilitas proses produksi tersebut.



Gambar 4.6 Peta Kendali \bar{x} Fase I

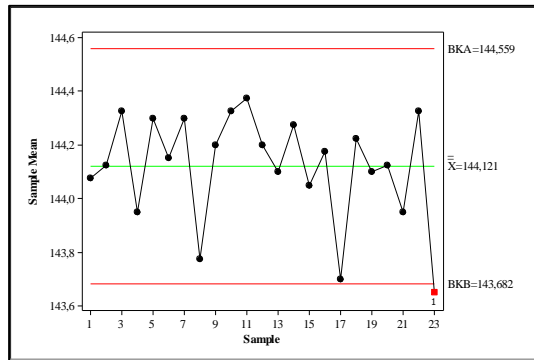
Gambar 4.6 menunjukkan bahwa dengan rata – rata *tube length* fase I sebesar 144,092 terdapat pengamatan nomor 24 yang berada di luar batas kendali. Hal tersebut disebabkan oleh faktor manusia yaitu proses *packing* kurang hati – hati yang dapat menyebabkan *laminat tube* menjadi penyok sehingga terjadi kesalahan ketika melakukan pengukuran. Permasalahan tersebut merupakan *assignable causes* (penyebab khusus) sehingga rata – rata proses produksi tersebut tidak terkendali secara statistik. Oleh karena itu, perlu membuat peta kendali \bar{x} baru, dimana terlebih dahulu membuat peta kendali *s* dengan mengeluarkan sampel nomor 24 yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Peta Kendali *s* Fase I Iterasi 2

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa tidak ada pengamatan yang berada di luar batas kendali maka dapat dilanjutkan dengan

membuat peta kendali \bar{x} seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Peta Kendali \bar{x} Fase I Iterasi 1

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa setelah dilakukan iterasi terdapat pengamatan yang berada di luar batas kendali yang tidak diketahui penyebabnya (*random causes*).

Pola pengamatan pada peta kendali $\bar{x} - s$ telah menyebar secara acak, sehingga untuk membuktikan apakah pola pengamatan menyebar secara acak dan proses produksi dikatakan terkendali secara statistik maka dilakukan uji keacakan.

4.2.3 Uji Keacakan Fase I

Proses produksi belum tentu terkendali walaupun pola pengamatan berada diantara Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah, sehingga syaratnya harus menyebar secara acak, yang mana untuk melihat hal tersebut perlu dilakukan pengujian keacakan.

a. Uji Keacakan Peta Kendali s

Uji keacakan pada peta kendali s dilakukan setelah peta kendali tersebut telah terkendali secara statistik dengan hipotesis berikut.

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

H_1 : Data hasil pemeriksaan *tube length* pada peta kendali s telah terambil secara tidak acak.

Berdasarkan Lampiran 5 diketahui bahwa nilai rata – rata sebesar 0,6426 dengan jumlah runtun sebesar 14, sehingga diperoleh data yang berada di atas nilai rata – rata sebanyak 12 dan nilai di bawah rata – rata sebanyak 11. Berdasarkan Lampiran 10 dan 11 diperoleh nilai r_{atas} sebesar 18 serta nilai r_{bawah} sebesar 7.

Hasil statistik uji menunjukkan bahwa nilai r lebih besar dari nilai r_{bawah} dan nilai r lebih kecil dari nilai r_{atas} , sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak yang berarti data hasil pemeriksaan *tube length* pada peta kendali s telah terambil secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi telah terkendali secara statistik.

b. Uji Keacakan Peta Kendali \bar{x}

Uji keacakan pada peta kendali \bar{x} dilakukan setelah peta kendali tersebut telah terkendali secara statistik dengan hipotesis berikut.

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

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

Berdasarkan Lampiran 5 diketahui bahwa nilai rata – rata sebesar 144,123 dengan jumlah runtun sebesar 17, sehingga diperoleh data yang berada di atas nilai rata – rata sebanyak 14 dan nilai di bawah rata – rata sebanyak 9. Berdasarkan Lampiran 10 dan 11 diperoleh nilai r_{atas} sebesar 17 serta nilai r_{bawah} sebesar 7.

Hasil statistik uji menunjukkan bahwa nilai r lebih besar dari nilai r_{bawah} dan nilai r sama dengan nilai r_{atas} , sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak yang berarti data hasil pemeriksaan *tube length* pada peta kendali \bar{x} telah terambil secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi telah terkendali secara statistik.

4.2.4 Analisis Kapabilitas Fase I

Analisis kapabilitas proses digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi terkendali secara statistik, selain itu pada perhitungan indeks kapabilitas proses dapat digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi telah kapabel dengan syarat nilai C_p dan C_{pk} lebih dari 1. Berdasarkan data Lampiran 2 sesuai dengan Persamaan 2.13 dan 2.16 diperoleh hasil perhitungan rasio kemampuan proses (C_p) dan indeks kapabilitas proses (C_{pk}) produksi *laminare tube* fase I yang ditunjukkan pada Lampiran 8.

Berdasarkan hasil perhitungan rasio kemampuan proses (C_p) untuk fase I sebesar 0,77 dimana nilai tersebut kurang dari satu sehingga proses produksi tersebut memiliki presisi yang kurang baik, serta nilai indeks kapabilitas proses (C_{pk}) sebesar 0,32 kurang dari satu maka menunjukkan bahwa proses produksi memiliki akurasi yang tidak baik. Hal ini berarti kapabilitas proses produksi *laminare tube* dapat dikatakan tidak kapabel.

4.2.5 Menentukan Level Sigma Fase I

Level sigma yang diharapkan setiap perusahaan pada produksi sebesar 6σ , apabila kurang dari nilai tersebut maka perusahaan perlu melakukan perbaikan untuk meminimalisir jumlah produk cacat sehingga dapat meningkatkan kualitas produk. Berdasarkan data pada Lampiran 2 dengan menggunakan Persamaan 2.17 dan 2.18 diperoleh hasil perhitungan level sigma sebagai berikut.

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi}}$$

$$DPO = \frac{8}{500} = 0,016$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 0,016 \times 1.000.000 = 16.000$$

$$\text{Level sigma} = z \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = z \left(\frac{1.000.000 - 16.000}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = z(0,984) + 1,5$$

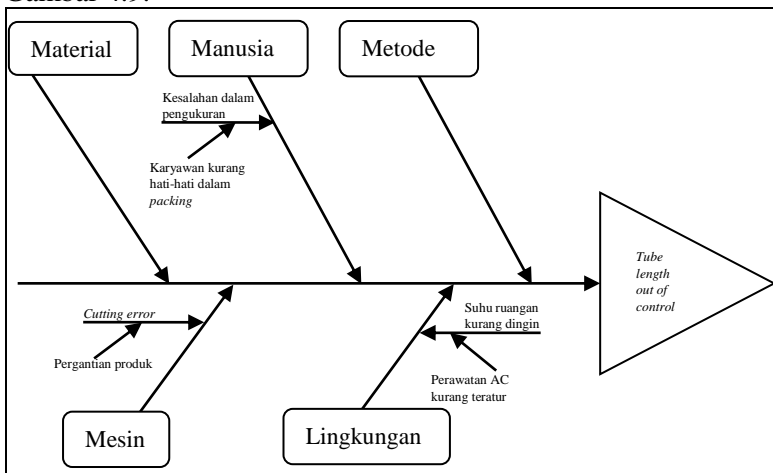
$Level\ sigma = 2,144 + 1,5$

$Level\ sigma = 3,644$

Perhitungan diatas menunjukkan bahwa cacat yang dihasilkan pada proses produksi *laminat tube* Pepsodent 75 gram sebesar 16.000 pcs produk cacat pada satu juta kesempatan, sehingga level sigma dari proses produksi tersebut memiliki level $3,644\sigma$, dimana nilai tersebut masih jauh dari target 6σ sehingga perusahaan perlu melakukan perbaikan.

4.3 Tahap Analyze

Tahap *analyze* merupakan tahap ketiga dalam metode *six sigma*, dimana pada tahap ini dilakukan identifikasi faktor penyebab produk cacat dan akar permasalahannya pada proses produksi menggunakan diagram *ishikawa* yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Diagram *Ishikawa* Fase I

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa penyebab terjadinya *tube length out of control* disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor manusia, mesin, dan lingkungan. Faktor manusia disebabkan oleh kesalahan dalam melakukan pengukuran karena ketika *packing* karyawan kurang hati – hati sehingga *laminat tube* menjadi penyok sehingga berpengaruh pada saat pengukuran. Faktor

mesin yaitu bagian *cutting error* karena ada pergantian produk selain *laminat tube* Pepsodent 75 gram. Faktor lingkungan disebabkan karena suhu ruangan pada saat itu lebih dari 20°C, dimana seharusnya suhu ruangan antara 15–20°C.

4.4 Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap keempat dalam metode *six sigma*, yang mana pada tahap ini dilakukan usulan proses perbaikan terhadap proses produksi *laminat tube* Pepsodent 75 gram dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan mengurangi jumlah produk cacat. Perbaikan yang diusulkan kepada PT. Betts Indonesia sebagai berikut.

1. Melakukan pengawasan pada karyawan bagian *packing*.
2. Melakukan pengecekan terhadap mesin terutama setelah adanya pergantian proses produksi dengan ukuran yang berbeda serta melakukan *maintenance* secara rutin.
3. Melakukan pengecekan secara berkala pada area proses produksi.

4.5 Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dalam *six sigma* yaitu melakukan analisis terhadap hasil produksi pada fase II sebagai pengendalian terhadap proses produksi setelah dilakukan perbaikan pada tahap *improve*. Tahap ini dimulai dengan membuat peta kendali $\bar{x} - s$ fase II, uji perbedaan antara fase I dan fase II, analisis kapabilitas proses serta penentuan level sigma.

Karakteristik kualitas pada proses produksi setelah dilakukan perbaikan dari hasil pengukuran pada Lampiran 3 dengan mengacu pada Lampiran 4 ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Karakteristik *Tube Length* Fase II

Rata - Rata	Varians	Min	Maks	Spesifikasi
144,35	0,307	143,00	145,00	143,49 – 146,49

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa rata – rata *tube length* produksi bulan April 2019 sebesar 144,35 mm dengan keragaman data sebesar 0,307. Berdasarkan nilai rata – rata tersebut dapat diketahui bahwa hasil produksi telah berada dalam batas

spesifikasi yang ditentukan perusahaan. Akan tetapi, apabila dilihat dari nilai minimum dan maksimum, terdapat produk yang berada di luar batas spesifikasi sebesar 1,25%.

4.5.1 Uji Distribusi Normal Fase II

Karakteristik kualitas yang diukur pada fase II adalah sama, akan tetapi pengujian distribusi normal tetap dilakukan karena data yang digunakan berbeda, dimana data produksi bulan April 2019 merupakan data hasil proses produksi sesudah dilakukan perbaikan. Berdasarkan data Lampiran 3 dan Persamaan 2.1, maka hipotesisnya sebagai berikut.

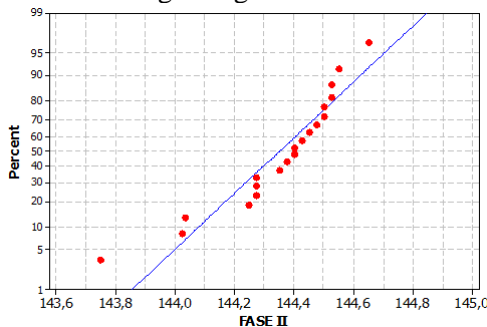
H_0 : Data hasil pemeriksaan *tube length* mengikuti distribusi normal.

H_1 : Data hasil pemeriksaan *tube length* tidak mengikuti distribusi normal.

Pada taraf signifikan α sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{1-\alpha;n}$. Berdasarkan Lampiran 7 dapat diketahui bahwa hasil statistik uji diperoleh nilai *Kolmogorov Smirnov* (D) sebesar 0,169 yang kurang dari nilai $D_{0,95;20}$ sebesar 0,294, sehingga dapat diputuskan bahwa H_0 gagal ditolak yang berarti data hasil pemeriksaan *tube length* mengikuti distribusi normal.

Selain menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov*, dapat dilihat secara visual yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa hasil pengamatan *tube length* fase II berdistribusi normal karena plot – plot hasil pengamatan tersebut mengikuti garis linier.



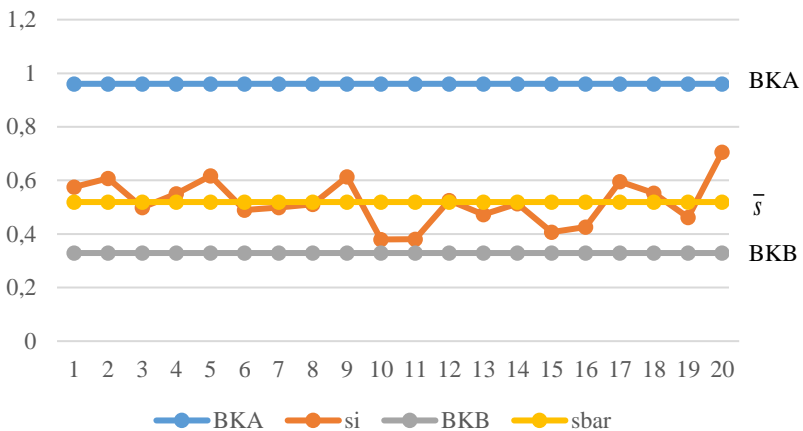
Gambar 4.10 Uji Normalitas Fase II

4.5.2 Peta Kendali $\bar{x} - s$ Fase II

Peta kendali $\bar{x} - s$ digunakan pada karakteristik kualitas variabel dimana pada penelitian ini masing – masing subgrup berukuran 20.

a. Peta Kendali s Fase II

Peta kendali s digunakan untuk memantau dan mengendalikan variabilitas proses produksi telah terkendali secara statistik, dimana menggunakan data pada Lampiran 3 dan batas kendali pada peta kendali s fase I yang telah terkendali.



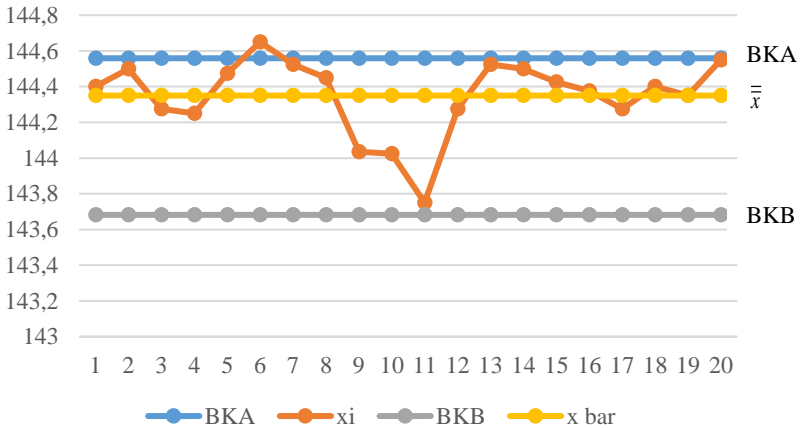
Gambar 4.11 Peta Kendali s Fase II

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa pengamatan hasil proses produksi tidak ada yang berada di luar batas kendali, sehingga dapat dilanjutkan membuat peta kendali $\bar{x} - s$.

b. Peta Kendali \bar{x} Fase II

Variabilitas proses pada peta kendali s telah terkendali sehingga selanjutnya dilakukan pengendalian *mean* proses dengan membuat peta kendali \bar{x} menggunakan batas kendali pada peta kendali \bar{x} fase I yang telah terkendali, yang mana ditunjukkan pada Gambar 4.12. Titik – titik pengamatan yang diplotkan pada

peta kendali \bar{x} merupakan titik pengamatan yang telah terkendali pada variabilitas proses produksi tersebut.



Gambar 4.12 Peta Kendali \bar{x} Fase II

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa terdapat hasil pengamatan yang berada di luar batas kendali, yang disebabkan oleh *random causes*.

Peta kendali $\bar{x}-s$ fase II ini menggunakan batas kendali fase I, sehingga dilakukan uji rata – rata dua populasi untuk mengetahui apakah batas kendali fase I dapat digunakan pada fase II.

4.5.3 Perbedaan Rata – Rata Fase I dan Fase II

Membandingkan rata – rata dua populasi antara fase I dan fase II digunakan untuk menentukan apakah terjadi pergeseran rata – rata proses antara fase I dan fase II, akan tetapi sebelum membandingkan rata – rata dua populasi maka dilakukan uji varians dua populasi untuk mengetahui varians kedua populasi sama atau tidak dengan hipotesis berikut.

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (Tidak ada perbedaan varians antara fase I dan fase II)

H_1 : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (Ada perbedaan varians antara fase I dan fase II)

Berdasarkan data Lampiran 2 dan Lampiran 3 dengan menggunakan Persamaan 2.18, diperoleh nilai F_0 sebesar 1,630 dimana lebih besar dari nilai $F_{(0,025;499;399)}$ sebesar 1,206 pada taraf signifikan α sebesar 0,05. Hal ini juga dapat dilihat pada nilai *P-value* sebesar 0,000 dimana kurang dari α sehingga dapat diputuskan H_0 ditolak yang berarti bahwa ada perbedaan varians antara fase I dan fase II, sehingga uji perbedaan rata – rata dilakukan menggunakan statistik uji t dengan asumsi varians kedua populasi tidak sama dengan hipotesis berikut.

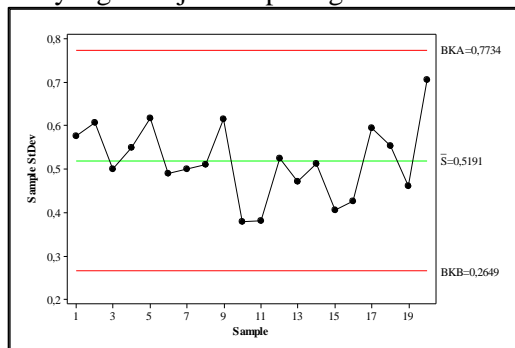
H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada perbedaan rata – rata antara fase I dan fase II)

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$ (Ada perbedaan rata – rata antara fase I dan fase II)

Berdasarkan Lampiran 6 diperoleh nilai t sebesar 6,152 yang mana lebih besar dari nilai $t_{(0,025;508461,7)}$ sebesar 1,959. Hal ini juga dapat dilihat pada nilai *P-value* sebesar 0,000 yang mana kurang dari α sehingga diputuskan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan rata – rata antara fase I dan fase II, sehingga membuat peta kendali $\bar{x} - s$ baru dengan batas kendali baru berdasarkan hasil pengamatan produksi pada fase II.

a. Peta Kendali s Fase II Baru

Peta kendali s digunakan untuk memantau dan mengendalikan variabilitas proses produksi telah terkendali secara statistik, dimana menggunakan data pada Lampiran 3 dan Persamaan 2.8 yang ditunjukkan pada gambar 4.13.

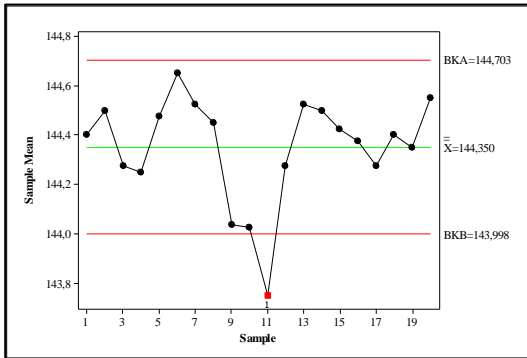


Gambar 4.13 Peta Kendali s Fase II Baru

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa dengan varians sebesar 0,5191 tidak ada pengamatan yang berada di luar batas kendali, sehingga dilanjutkan dengan membuat peta kendali \bar{x} .

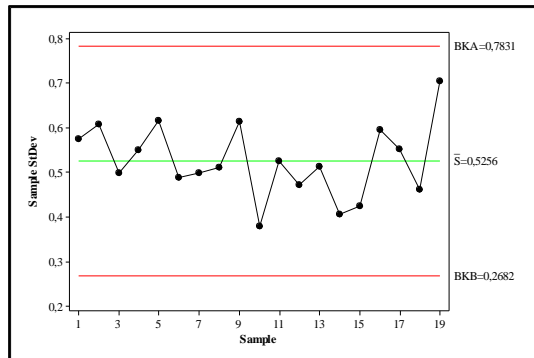
b. Peta Kendali \bar{x} Fase II Baru

Variabilitas proses pada peta kendali s telah terkendali sehingga selanjutnya dilakukan pengendalian *mean* proses dengan membuat peta kendali \bar{x} menggunakan Persamaan 2.12 yang ditunjukkan pada Gambar 4.14. Titik – titik pengamatan yang diplotkan pada peta kendali \bar{x} merupakan titik pengamatan yang telah terkendali pada variabilitas proses produksi tersebut.



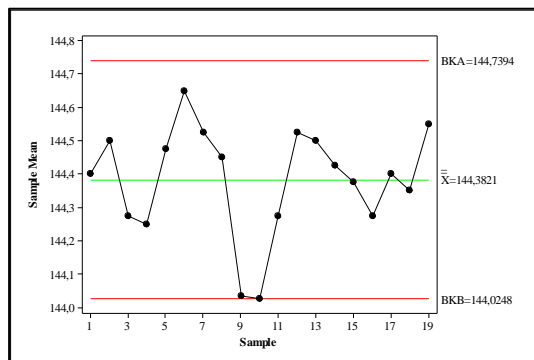
Gambar 4.14 Peta Kendali \bar{x} Fase II Baru

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa dengan rata – rata *tube length* fase II sebesar 144,350 terdapat pengamatan ke 11 berada di bawah batas kendali bawah. Hal tersebut disebabkan oleh faktor material yaitu printed web kasar. Permasalahan tersebut merupakan *assignable causes* (penyebab khusus) sehingga rata – rata proses produksi tersebut tidak terkendali secara statistik. Oleh karena itu, perlu membuat peta kendali \bar{x} baru dengan membuat peta kendali s terlebih dahulu dan mengeluarkan sampel ke 11 yang ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Peta Kendali s Fase II Baru Iterasi 1

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa tidak ada pengamatan yang berada di luar batas kendali, sehingga dapat dilanjutkan dengan membuat peta kendali \bar{x} seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.16.

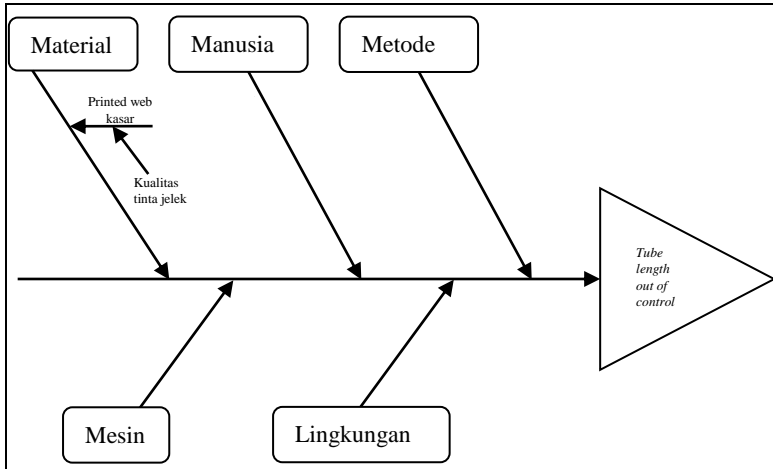


Gambar 4.16 Peta Kendali \bar{x} Fase II Baru Iterasi 1

Gambar 4.16 menunjukkan dengan rata – rata *tube length* fase II sebesar 144,3821 tidak ada pengamatan yang berada di luar batas kendali, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi telah terkendali secara statistik. Selain itu, pola pengamatan juga menyebar secara acak, sehingga untuk membuktikan apakah pola pengamatan menyebar secara acak dan proses produksi dikatakan terkendali secara statistik maka dilakukan uji keacakan.

4.5.4 Diagram Ishikawa

Identifikasi faktor penyebab produk cacat dan akar permasalahannya pada proses produksi fase II digunakan diagram *ishikawa* yang ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Diagram *Ishikawa* Fase II

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa penyebab terjadinya *tube length out of control* disebabkan material yaitu web kasar. Hal ini terjadi karena tinta yang jelek sehingga menyebabkan web menjadi kasar.

4.5.5 Uji Keacakan Fase II

Proses produksi belum tentu terkendali walaupun pola pengamatan berada diantara Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah, sehingga syaratnya harus menyebar secara acak, yang mana untuk melihat hal tersebut perlu dilakukan pengujian keacakan.

a. Uji Keacakan Peta Kendali s Fase II

Uji keacakan pada peta kendali *s* dilakukan setelah peta kendali tersebut telah terkendali secara statistik dengan hipotesis berikut.

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

H_1 : Data hasil pemeriksaan *tube length* pada peta kendali s telah terambil secara tidak acak.

Berdasarkan Lampiran 5 diketahui bahwa nilai rata – rata sebesar 0,5263 dengan jumlah runtun sebesar 9, sehingga diperoleh data yang berada di atas nilai rata – rata sebanyak 8 dan nilai di bawah rata – rata sebanyak 11. Berdasarkan Lampiran 10 dan 11 diperoleh nilai r_{atas} sebesar 15 serta nilai r_{bawah} sebesar 5.

Hasil statistik uji menunjukkan bahwa nilai r lebih kecil dari nilai r_{atas} dan nilai r lebih besar dari nilai r_{bawah} , sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak yang berarti data hasil pemeriksaan *tube length* pada peta kendali s telah terambil secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi telah terkendali secara statistik.

b. Uji Keacakan Peta Kendali \bar{x} Fase II

Uji keacakan pada peta kendali \bar{x} dilakukan setelah peta kendali tersebut telah terkendali secara statistik dengan hipotesis berikut.

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

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

Berdasarkan Lampiran 5 diketahui bahwa nilai rata – rata sebesar 144,3847 dengan jumlah runtun sebesar 9, sehingga diperoleh data yang berada di atas nilai rata – rata sebanyak 11 dan nilai di bawah rata – rata sebanyak 8. Berdasarkan Lampiran 10 dan 11 diperoleh nilai r_{atas} sebesar 15 serta nilai r_{bawah} sebesar 5.

Hasil statistik uji menunjukkan bahwa nilai r lebih kecil dari nilai r_{atas} dan nilai r lebih besar dari nilai r_{bawah} , sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak yang berarti data hasil pemeriksaan *tube length* pada peta kendali \bar{x} telah terambil secara acak. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi telah terkendali secara statistik.

4.5.6 Analisis Kapabilitas Proses Fase II

Analisis kapabilitas proses digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi terkendali secara statistik, selain itu pada perhitungan indeks kapabilitas proses dapat digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi telah kapabel dengan syarat nilai C_p dan C_{pk} lebih dari 1. Berdasarkan data Lampiran 3 dengan Persamaan 2.13 dan 2.16 diperoleh hasil perhitungan rasio kemampuan proses (C_p) dan indeks kapabilitas proses (C_{pk}) produksi *laminare tube* fase II yang ditunjukkan pada Lampiran 8.

Berdasarkan hasil perhitungan rasio kemampuan proses (C_p) untuk fase II sebesar 0,94 sehingga proses produksi tersebut memiliki presisi yang kurang baik, serta nilai indeks kapabilitas proses (C_{pk}) sebesar 0,56 maka menunjukkan bahwa proses produksi memiliki akurasi yang tidak baik. Hal ini berarti kapabilitas proses produksi *laminare tube* dapat dikatakan tidak kapabel.

4.5.7 Menentukan Level Sigma Fase II

Level sigma yang diharapkan setiap perusahaan pada produksi sebesar 6σ , apabila kurang dari nilai tersebut maka perusahaan perlu melakukan perbaikan untuk meminimalisir jumlah produk cacat sehingga dapat meningkatkan kualitas produk. Berdasarkan data pada Lampiran 3 merupakan hasil produksi setelah dilakukan perbaikan, dengan menggunakan Persamaan 2.17 dan 2.18 diperoleh hasil perhitungan level sigma sebagai berikut.

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi}}$$

$$DPO = \frac{6}{400} = 0,015$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 0,016 \times 1.000.000 = 15.000$$

$$\text{Level sigma} = z \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = z \left(\frac{1.000.000 - 15.000}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = z(0,985) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = 2,170 + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = 3,670$$

Perhitungan diatas menunjukkan bahwa cacat yang dihasilkan pada proses produksi fase II sebesar 15.000 pcs produk cacat pada satu juta kesempatan, sehingga level sigma dari proses produksi tersebut memiliki level $3,670\sigma$. Apabila dibandingkan dengan level sigma fase I maka fase II mengalami peningkatan level sigma. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan perbaikan mampu meningkatkan level sigma.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Proses produksi *laminare tube* pada produksi bulan Februari 2019 tidak kapabel karena nilai C_p sebesar 0,77 dan nilai C_{pk} sebesar 0,32, dan setelah dilakukan perbaikan, produksi bulan April 2019 tidak kapabel karena nilai C_p sebesar 0,94 dan nilai C_{pk} sebesar 0,56.
2. Level sigma pada proses produksi *laminare tube* bulan Februari 2019 sebesar 3,644 σ dengan nilai DPMO sebesar 16.000, setelah dilakukan perbaikan Level sigma pada bulan April 2019 mengalami peningkatan menjadi 3,670 σ dengan nilai DPMO yang semakin baik turun menjadi sebesar 15.000.
3. Faktor manusia, mesin, material, dan lingkungan merupakan faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada produk *laminare tube*. Faktor manusia disebabkan oleh kesalahan dalam melakukan pengukuran karena *laminare tube* menjadi penyok. Faktor mesin yaitu pada bagian *cutting error* karena ada pergantian produk yang berbeda ukuran dengan *laminare tube* Pepsodent White 75 gram. Faktor material karena printed web kasar. Faktor lingkungan karena suhu ruangan lebih dari 20°C.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk PT. Betts Indonesia berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan perbaikan pada mesin secara rutin dan melakukan pemeriksaan terutama setelah pergantian proses produksi yang berbeda ukuran.

2. Melakukan pengawasan pada inspektor dan karyawan *packing* ketika melakukan pengukuran serta proses *packing*.
3. Sebaiknya perusahaan memiliki standar keenceran tinta yang digunakan untuk mencetak desain gambar pada web.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, Wayne W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta : PT. Gramedia.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Handes, Dicky dkk. 2013. *Statistical Quality Control (SQC) pada Proses Produksi “E” di PT. DYN, TBK*. Jakarta : Universitas Bina Nusantara.
- Heizer, J. & Render, B. 2015. *Manajemen Operasi : Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan Edisi 11*. Jakarta : Salemba Empat.
- Mahara, Aulia Sige. & Rahmania, Yuelanti Krista. 2018. “Kerja Praktek di PT. Betts Indonesia – Albea Mojokerto”. *Laporan Kerja Praktek Program Studi Diploma III Statistika Bisnis Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Montgomery, Douglas C. 2013. *Introduction to Statistical Quality Control Seventh Edition*. New York.
- Khoiriah, Nafia Ilmi. 2018. “Analisis Kapabilitas Proses Produksi Tube Pepsodent 75 Gram di PT. Betts Indonesia”. *Laporan Tugas Akhir Program Studi Diploma III Statistika Bisnis Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jumlah Produksi *Laminate Tube* Tahun 2018

No	Jenis Produk	Jumlah Produksi
1	Pepsodent White 75 gram	186.160.950
2	Pepsodent White 190 gram	43.248.660
3	Pepsodent White 120 gram	35.369.520
4	Pepsodent White 25 gram	15.789.396
5	Pepsodent C Fresh 160 gram	2.443.770
6	CU Green 65 gram	17.616.522
7	CU Red Hot 145 ml	2.955.540
8	CU Icy White 160 gram	2.611.980
9	Ponds Pure White 100 gram	7.204.470
10	Ponds Pure White 50 gram	5.721.240
11	Ponds WBF 100 gram	5.129.670
12	Ponds WBF 50 gram	3.396.330
13	Fair & Lovely FF 100 gram	4.434.768

Lampiran 2. Data Hasil Pemeriksaan Fase I

Tgl	Ukuran Subgrup					Rata - Rata	St. Dev	Jml Cacat	Ket
	1	2	3	...	20				
1	144	143,5	144	...	143,5	144,08	0,59		-
2	144	144	143,5	...	143	144,13	0,83		Web kotor
3	145	145	142,5	...	144,5	144,10	1,08	3	Cutting error, suhu ruangan panas
4	143,5	144	144	...	143,5	144,33	0,73		Suhu ruang kurang stabil
5	144	144	143,5	...	143	143,95	0,56		-
6	144	144	145	...	144	144,30	0,66		Web kasar
7	143	145	144	...	143	144,15	0,75		-
8	144	144	145	...	145	144,30	0,62		Gulungan kurang rapi

Lampiran 2. Data Hasil Pemeriksaan Fase I (Lanjutan)

Tgl	Ukuran Subgrup					Rata - Rata	St. Dev	Jml Cacat	Ket
	1	2	3	...	20				
9	144	144	143,5	...	143,5	143,78	0,50		Potensi cap pecah
10	143	145	145	...	144	144,20	0,64		Web keriput
11	145	144	145	...	144,5	144,33	0,67		-
12	143,5	145	145	...	144	144,38	0,63		Web kasar
13	144	145	145	...	143	144,20	0,83		-
14	145	143,5	144	...	145	144,10	0,58		Suhu ruang kurang stabil
15	145	144	144	...	144,5	144,28	0,79		Overlap kriting
16	144	144	144	...	144	144,05	0,63		Produk penyok
17	144	145	144	...	144	144,18	0,65		-
18	144	143	143	...	144	143,70	0,44		-
19	144	143,5	144	...	145	144,23	0,41		Potensi cap pecah
20	144,5	144	144,5	...	144	144,10	0,45		Gulungan kurang rapi
21	144	143,5	144	...	144	144,13	0,69		-
22	143	145	145	...	143,5	143,95	0,78		Web kasar
23	145,5	144	143,5	...	143	144,33	0,73		-
24	143	145	143	...	143,5	143,65	0,65		-
25	144	143,5	143,5	...	143,5	143,43	0,85	5	Produk penyok, lampu ruang inspektor redup
Rata - Rata						144,09	0,67		

Lampiran 3. Data Hasil Pemeriksaan Fase II

Tgl	Ukuran Subgrup					Rata - Rata	St. Dev	Jml Cacat	Ket
	1	2	3	...	20				
11	145	144	144,5	...	144	144,40	0,576		-
12	145	144	145	...	144	144,50	0,607	1	web kotor
13	144	145	144	...	144	144,28	0,499		-

Lampiran 3. Data Hasil Pemeriksaan Fase II (Lanjutan)

Tgl	Ukuran Subgrup					Rata - Rata	St. Dev	Jml Cacat	Ket
	1	2	3	...	20				
14	145	144	144	...	145	144,25	0,550		-
15	144	145	145	...	145	144,48	0,617		-
16	144	145	145	...	144	144,65	0,489		-
17	145	144	144	...	144	144,53	0,499		-
18	144	144	145	...	145	144,45	0,510		gulungan kurang rapi
19	144,5	144,5	143,5	...	145,5	144,04	0,614		-
20	144	144	144	...	144	144,03	0,380		-
21	144	144	144	...	143	143,75	0,380	3	web kasar, jenis tinta jelek
22	143,5	144	144	...	145	144,28	0,525		overlap kriting
23	144	144	144	...	144	144,53	0,472		-
24	144	144	144,5	...	145	144,50	0,513		-
25	144	144,5	144,5	...	144	144,43	0,406		overlap kriting
26	144	144	144,5	...	145	144,38	0,425		gulungan kurang rapi
27	144	145	144,5	...	145	144,28	0,595	1	gulungan kurang rapi
28	144	144	144,5	...	144	144,40	0,553		-
29	145	144,5	144,5	...	144,5	144,35	0,462		potensi cap pecah
30	144	145	144	...	144	144,55	0,705	1	gulungan kurang rapi
Rata - Rata						144,35	0,519		

Lampiran 4. Output Analisis Statistika Deskriptif

a. Fase I

Descriptive Statistics: FASE I					
Variable	Mean	StDev	Variance	Minimum	Maximum
FASE 1	144,09	0,707	0,500	142,00	146,00

Persentase Produk cacat

$$\frac{8}{500} \times 100\% = 1,6\%$$

b. Fase II**Descriptive Statistics: FASE II**

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
FASE II	144,35	0,307	143,00	145,50

Persentase Produk cacat

$$\frac{6}{400} \times 100\% = 1,25\%$$

Lampiran 5. Output Analisis Uji Keacakan**a. Fase I****Runs Test**

	St_Dev	X_bar
Test Value ^a	,6426	144,1230
Cases < Test Value	11	9
Cases >= Test Value	12	14
Total Cases	23	23
Number of Runs	14	17
Z	,437	2,040
Asymp. Sig. (2-tailed)	,662	,041

a. Mean

b. Fase II**Runs Test**

	St_Dev	X_bar
Test Value ^a	,5263	144,3847
Cases < Test Value	11	8
Cases >= Test Value	8	11
Total Cases	19	19
Number of Runs	9	9
Z	-,370	-,370
Asymp. Sig. (2-tailed)	,711	,711

a. Mean

Lampiran 6. Output Analisis Perbandingan Dua Populasi (*t test*)

Two-Sample T-Test and CI: FASE I; FASE II

Two-sample T for FASE I vs FASE II

	N	Mean	StDev	SE Mean
FASE I	500	144,092	0,707	0,032
FASE II	400	144,350	0,554	0,028

Difference = μ (FASE I) - μ (FASE II)

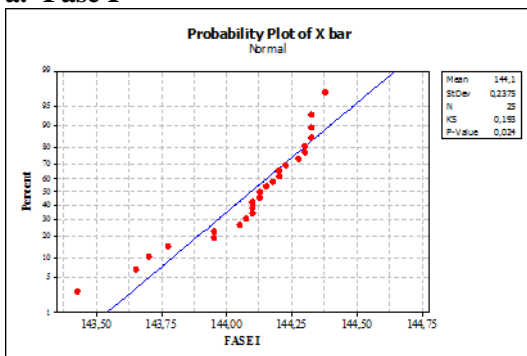
Estimate for difference: -0,2585

95% CI for difference: (-0,3410; -0,1760)

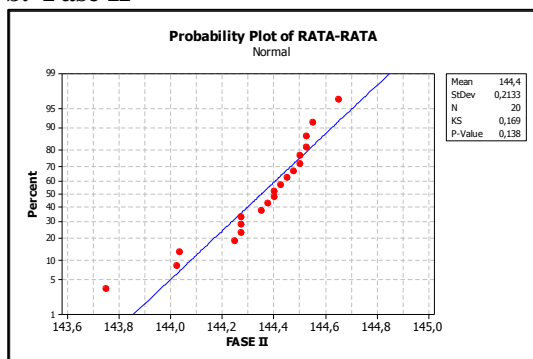
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -6,15 P-Value = 0,000 DF = 897

Lampiran 7. Output Analisis Uji Distribusi Normal

a. Fase I

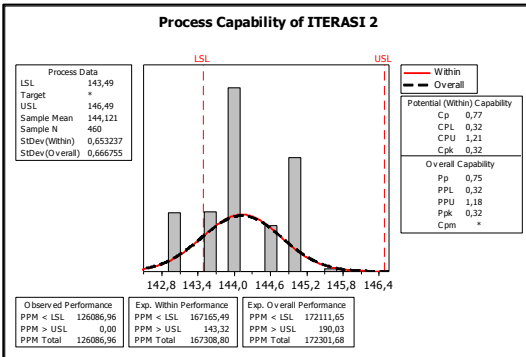


b. Fase II

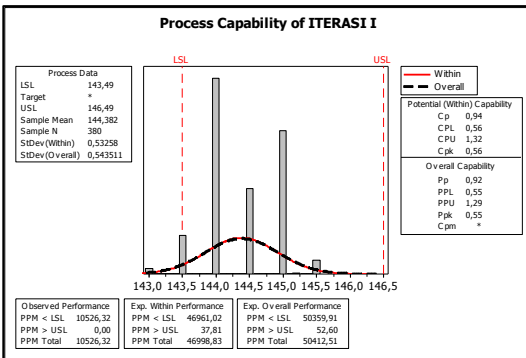


Lampiran 8. Output Kapabilitas Proses

a. Fase I



b. Fase II



Lampiran 9. Tabel Pengujian Distribusi Normal

n	One-Sided Test					n	One-Sided Test				
	P=0,9	0,95	0,975	0,99	0,995		P=0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
	Two-Sided Test						Two-Sided Test				
	P=0,8	0,9	0,95	0,98	0,99		P=0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929	22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829	23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,33
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734	24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669	25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617	26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576	27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
8	0,358	0,410	0,454	0,507	0,542	28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513	29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,489	30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468	31	0,187	0,214	0,238	0,266	0,285
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449	32	0,184	0,211	0,234	0,262	0,281
13	0,285	0,325	0,301	0,404	0,432	33	0,182	0,208	0,231	0,258	0,277
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418	34	0,179	0,205	0,227	0,254	0,273
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404	35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392	36	0,174	0,199	0,221	0,247	0,265
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381	37	0,172	0,196	0,218	0,244	0,262
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371	38	0,170	0,194	0,215	0,241	0,258
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361	39	0,168	0,191	0,213	0,238	0,255
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352	40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252
<i>Approximation for n > 40</i>							$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Lampiran 10. Tabel Harga – Harga Kritis Atas untuk R dalam Uji Rangkaian

n_1	n_2																			
	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	
9					13	14	14	15	16	16	16	17	17	18	18	18	18	18	18	
10					13	14	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	
11					13	14	15	16	17	17	18	19	19	19	20	20	20	21	21	
12					13	14	16	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	22	22	
13						15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	
14						15	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	23	23	24	
15						15	16	18	18	19	20	21	22	22	23	23	24	24	25	
16							17	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	25	
17							17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	25	26	26	
18							17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	26	27	
19							17	18	20	21	22	23	23	24	25	26	26	27	27	
20							17	18	20	21	22	23	24	25	25	26	27	27	28	

Lampiran 11. Tabel Harga – Harga Kritis Bawah untuk R dalam Uji Rangkaian

n_1	n_2																			
	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 12. Tabel Distribusi Normal Standar

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,50	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
-3,40	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,30	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,20	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,10	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,00	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,90	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,80	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,70	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,60	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,50	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,40	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,30	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,20	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,10	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,00	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,90	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,80	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,70	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,60	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,50	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,40	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,30	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,20	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,10	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,00	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,90	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,80	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,70	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,60	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,50	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,40	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,30	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,20	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,10	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,00	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641

Lampiran 13. 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 14. Tabel Distribusi F

$\alpha = 0.05$																		
v_2	v_1																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	243.91	245.95	248.01	249.05	250.10	251.14	252.20	253.25
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47

Lampiran 15. Tabel Distribusi *t*

df	α								
	0,2500	0,1000	0,0500	0,0250	0,0100	0,0075	0,0050	0,0025	0,0005
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	42,433	63,657	127,321	636,619
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	8,073	9,925	14,089	31,599
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,047	5,841	7,453	12,924
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,088	4,604	5,598	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	3,634	4,032	4,773	6,869
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,372	3,707	4,317	5,959
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,203	3,499	4,029	5,408
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,085	3,355	3,833	5,041
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	2,998	3,250	3,690	4,781
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	2,932	3,169	3,581	4,587
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	2,879	3,106	3,497	4,437
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	2,836	3,055	3,428	4,318
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	2,801	3,012	3,372	4,221
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,771	2,977	3,326	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,746	2,947	3,286	4,073
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,724	2,921	3,252	4,015
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,706	2,898	3,222	3,965
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,689	2,878	3,197	3,922
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,674	2,861	3,174	3,883
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,661	2,845	3,153	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,649	2,831	3,135	3,819
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,639	2,819	3,119	3,792
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,629	2,807	3,104	3,768
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,620	2,797	3,091	3,745
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,612	2,787	3,078	3,725
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,605	2,779	3,067	3,707
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,598	2,771	3,057	3,690
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,592	2,763	3,047	3,674
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,586	2,756	3,038	3,659
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,581	2,750	3,030	3,646
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,542	2,704	2,971	3,551
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,504	2,660	2,915	3,460
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,468	2,617	2,860	3,373

Lampiran 16. Surat Penerimaan Penelitian di PT. Betts Indonesia



PT. Betts Indonesia
 Negeri Industri Persada Blok 1, No. 1
 Negeri Mojokerto - 61385, Jawa Timur - Indonesia
 Telp. : +62 (321) 681 8281 Fax. : +62 (321) 681 8299

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 Rohall	10611500000041
3	Della Fauzla	10611600000010

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 Tugas Akhir

SURAT PERNYATAAN

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

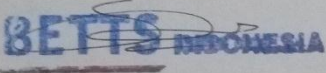
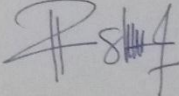
Nama : Rhesinta Alya Rohali
NRP : 1061160000041

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

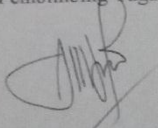
Sumber : Departemen *Quality Assurance* PT. Betts Indonesia
Keterangan : Data hasil pemeriksaan *tube length* produk *laminated tube* Pepsodent White 75 gram periode bulan Februari dan April 2019

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

Surabaya, 07 Juli 2019

Mengetahui, Supervisor Quality Assurance	Yang Membuat Pernyataan
	
(Dhani Kusuma Wardhana, S.Si) NIP. 593	(Rhesinta Alya Rohali) NRP. 1061160000041

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



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

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Rhesinta Alya Rohali yang kerap disapa Rhesinta merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir di Trenggalek pada tanggal 19 Februari 1998. Penulis telah menyelesaikan studinya di SDN 2 Suruh tahun 2004-2010, MTsN Model Trenggalek tahun 2010-2013, SMAN 1 Karang tahun 2013-2016, dan melanjutkan ke bangku perkuliahan di Statistika Bisnis ITS sejak tahun 2016.

Selama kuliah penulis aktif di kegiatan kemahasiswaan. Penulis pernah bergabung di organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Diploma Statistika ITS (HIMADATA-ITS) sebagai Staff Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa 2017/2018 dan Ketua Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa 2018/2019. Selain itu, penulis juga merupakan seorang pemandu ITS. Pelatihan yang telah diikuti oleh penulis yaitu LKMM Pra-TD, LKMM TD, dan LKMM TM yang merupakan pelatihan yang dinaungi oleh Kemenristekdikti.

Apabila ingin menghubungi penulis dapat dilakukan melalui :

No Hp/ Whatsapp : 081250533945

ID Line : rhesintaalya

Instagram : rhesintaalya

Email : rhesintaalya19@gmail.com