



TUGAS AKHIR- SS145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
DIOCTYL PHTHALATE DI PT. PETRONIKA
GRESIK**

Rahajeng Herwiningtyas

NRP 1061150000095

Dosen Pembimbing :

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

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



TUGAS AKHIR- SS145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES
PRODUKSI *DIOCTYL PHTHALATE*
DI PT. PETRONIKA GRESIK**

**Rahajeng Herwiningtyas
NRP 1061150000095**

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

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



FINAL PROJECT – SS 145561

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF *DIOCTYL PHTHALATE* IN PT. PETRONIKA GRESIK

RAHAJENG HERWININGTYAS
NRP 10611500000095

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Programme Study of Diploma III
Department Of Business Statistics
Faculty Of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI *DIOCTYL
PHTHALATE* DI PT. PETRONIKA GRESIK**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Rahajeng Herwiningtyas
NRP 1061150000095

Surabaya, 06 Juni 2018

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 KAPABILITAS PROSES PRODUKSI DIOCTYL PHTHALATE DI PT. PETRONIKA GRESIK

Nama Mahasiswa : Rahajeng Herwiningtyas
NRP : 1061150000095
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstrak

PT. Petronika adalah perusahaan yang menghasilkan produk Dioctyl Phthalate sebagai bahan baku pembuatan plastik. Salah satu variabel kualitas yang memiliki peranan penting adalah volume resistivity. Selama ini pemeriksaan kualitas di PT. Petronika hanya ditentukan berdasarkan analisis secara kimiawi dengan cara mengukur kandungan menggunakan alat ukur kimiawi. Hasil dari pemeriksaan tersebut belum pernah dilakukan analisis statistik sehingga tidak diketahui apakah hasil proses produksi sudah kapabel atau tidak. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses produksi pada bulan Januari diperoleh nilai C_p sebesar 2,07 dan 1,99 pada bulan Februari sehingga proses produksi dikatakan telah kapabel. Produk DOP yang tidak sesuai disebabkan karena karyawan kurang terampil dalam memonitoring mesin dan pencampuran bahan baku serta kondisi mesin yang bermasalah sehingga menyebabkan proses produksi terganggu.

Kata Kunci: Kapabilitas Proses, Pengendalian Kualitas Statistika, Volume Resistivity

CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF *DIOCTYL PHTHALATE* IN PT. PETRONIKA GRESIK

Student Name : Rahajeng Herwiningtyas
NRP : 10611500000095
Department : Business Statistics Faculty of Vocations ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstract

PT. Petronika is a company that produces Dioctyl Phthalate products as raw material for plastic manufacture. One of the quality variables that plays an important role is volume resistivity. During this quality examination at PT. Petronika is only determined on the basis of chemical analysis by measuring the content using a chemical measuring device. The result of the examination has not been done statistical analysis so it is not known whether the production process is already capable or not. The results show that the production process in January earned Cp values of 2.07 and 1.99 in February The production process says it has been capable. unsuitable DOP products due to obstacles in machine monitoring and blending of raw materials and problematic engine conditions.

Keywords: *Capability Process, Quality Control, Volume Resistivity*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kapabilitas Proses Produksi DOP (*DIOCTYL PHTHALATE*) di PT. PETRONIKA Gresik**”. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT, selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing dan memberi arahan, saran, serta dukungan yang sangat besar bagi penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis dan penguji sekaligus validator Tugas akhir yang telah memberikan motivasi dan saran untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Iis Dewi Ratih, S.Si., M.Si selaku penguji telah memberikan banyak saran pada laporan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Diploma III yang telah memberi semua informasi dan memberi motivasi penulis selama menjadi mahasiswa.
5. Seluruh dosen Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan bekal ilmu dan memfasilitasi selama penulis menempuh masa perkuliahan, beserta seluruh karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah membantu kelancaran dan kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.
6. Bapak Zainal Arifin selaku Kepala Personalia PT. Petronika Gresik yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan pengambilan data.

7. Bapak Muhammad Fauzi selaku pembimbing lapangan di PT. Petronika Gresik yang selalu memberikan bimbingan dan membagi pengalaman bagi penulis selama pengambilan data untuk Tugas Akhir.
8. Bapak tercinta S. Haryanto dan Ibu tersayang Sih Widayati, serta keluarga atas iringan doa, kasih sayang, teladan, kesabaran, dukungan, motivasi, semangat, rasa pantang menyerah dan segalanya yang senantiasa selalu diberikan kepada penulis hingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan mudah dan lancar.
9. Mas Chang, Mas Ramadhani dan senior-senior Statistika Bisnis yang telah membantu penulis menemukan solusi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Astry Asih, Yosi, Fella, Syafa, Nabilah, Nastiti, Dinar, Ines, Maya, Aisyah, Islamiyah Wulandari dan Adhi Wicaksono yang senantiasa membantu dan memberi motivasi kepada penulis.
11. Keluarga HEROES ITS 2015 yang telah bekerja sama dengan baik selama penulis menempuh masa perkuliahan, serta memberikan pengalaman dan kenangan yang berharga bagi penulis.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat dan dapat menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITTLE PAGE	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Peta Kendali Variabel	5
2.1.1 Uji Keacakan	6
2.1.2 Asumsi Distribusi Normal.....	7
2.1.3 Peta Kendali R	7
2.1.4 Peta Kendali \bar{x}	8
2.2 Membandingkan Dua Populasi	10
2.2.1 Membandingkan <i>Mean</i> Dua Populasi	10
2.3 Kapabilitas Proses	11
2.3.1 Indeks Kapabilitas Proses.....	11
2.4 Diagram Sebab-Akibat <i>Ishikawa</i>	12
2.5 DOP (<i>Diocthyl Phthalate</i>).....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	15
3.2 Variabel Penelitian	15
3.3 Langkah Analisis Data.....	15
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	

4.1	Karakteristik Data.....	19
4.2	Peta Kendali	20
4.2.1	Peta Kendali <i>Volume Resistivity</i> Fase I.....	20
4.2.2	Membandingkan <i>Mean</i> Dua Populasi	24
4.2.3	Peta Kendali <i>Volume Resistivity</i> Fase II.....	25
4.3	Diagram <i>Ishikawa</i>	28
4.5	Indeks Kapabilitas Proses	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA		33
LAMPIRAN		35
BIODATA PENULIS		51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Organisasi Data.....	9
Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian	15
Tabel 4.1 Karakteristik Data <i>Volume Resistivity</i>	19

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Diagram <i>Ishikawa</i> 12
Gambar 2.2	Proses Produksi DOP 14
Gambar 3.1	Diagram Alir 17
Gambar 4.1	<i>Scatterplot</i> Distribusi Normal Fase I..... 21
Gambar 4.2	Peta Kendali <i>R</i> Fase I 22
Gambar 4.3	Peta Kendali <i>R</i> Fase I Iterasi 1 22
Gambar 4.4	Peta Kendali \bar{x} Fase I..... 23
Gambar 4.5	<i>Scatterplot</i> Distribusi Normal Fase II..... 24
Gambar 4.6	Peta Kendali <i>R</i> Fase II 25
Gambar 4.7	Peta Kendali <i>R</i> Fase II Iterasi I 26
Gambar 4.8	Peta Kendali \bar{x} Fase II..... 26
Gambar 4.9	Diagram <i>Ishikawa</i> 27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1.	Data Hasil Pemeriksaan Karakteristik Kualitas <i>Volume Resistivity</i> Produk DOP Periode Bulan Januari 2018..... 35
Lampiran 2.	Data Hasil Pemeriksaan Karakteristik Kualitas <i>Volume Resistivity</i> Produk DOP Periode Bulan Februari 2018..... 36
Lampiran 3.	<i>Output</i> Hasil Analisis Statistika Deskriptif Karakteristik <i>Volume Resistivity</i> 37
Lampiran 4.	<i>Output</i> Hasil Analisis Uji Keacakan 38
Lampiran 5.	<i>Output</i> Hasil Analisis Asumsi Distribusi Normal 39
Lampiran 6.	<i>Output</i> Hasil Analisis Dua Sampel Independen (<i>T-test</i>) 40
Lampiran 7.	Perhitungan Analisis Kapabilitas Proses Produk DOP 41
Lampiran 8.	Tabel <i>Kolmogorov-Smirnov</i> 42
Lampiran 9.	Tabel Distribusi <i>t</i> 43
Lampiran 10.	Tabel Faktor Guna Membentuk Grafik Pengendali Variabel 44
Lampiran 11.	Surat Pernyataan Keaslian Data 45
Lampiran 12.	Surat Penerimaan Pengambilan Data 46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin pesat diikuti dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) mendukung penggunaan peralatan/mesin dan bahan-bahan kimia dalam proses produksi untuk menghasilkan produk berkualitas yang dapat bersaing di pasaran. Bahan kimia sebagai salah satu senyawa yang banyak digunakan sebagai bahan pembantu dalam industri terutama pembuatan bahan-bahan plastik (*plasticizer*). Industri plastik merupakan salah satu industri yang mengalami pertumbuhan dengan bersaing dalam dunia perindustrian. Dalam kehidupan sehari-hari sering ditemukan barang atau kebutuhan pelengkap lainnya yang berbahan baku plastik, seperti kulit imitasi, kabel, sol sepatu dan lain sebagainya. Hal itu memberikan dorongan bagi perusahaan yang bergerak di bidang industri untuk meningkatkan kualitas produknya. Salah satu perusahaan yang memproduksi bahan kimia sebagai bahan baku bagi industri plastik di Indonesia adalah PT. Petronika.

PT. Petronika adalah perusahaan yang menghasilkan produk *Diocetyl Phthalate* (DOP) dan *Diisononyl Phthalate* (DINP) sebagai bahan baku pembuatan plastik. Salah satu produk jenis *plasticizer* yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah DOP karena harganya lebih terjangkau daripada bahan kimia jenis lainnya. DOP merupakan senyawa kimia yang berguna sebagai *plasticizer* yaitu memberikan efek lentur, tidak mudah patah pada aplikasi pipa atau selang PVC. DOP diproduksi dengan mereaksikan *phthalic anhydride* dan *2-ethyl hexanol* dengan menggunakan katalis asam sulfat yang dipanaskan dengan titik didih 210⁰C. Variabel kualitas yang berada dalam senyawa kimia DOP adalah *colour, acid value, ester value, heating loss, volume resistivity, water content, purity*. Diantara variabel kualitas tersebut, terdapat satu yang sering keluar dari batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh

perusahaan dalam pembentukan DOP yaitu *volume resistivity* yang digunakan untuk mengukur ketahanan produk terhadap listrik, dikarenakan jika nilai ketahanan listrik rendah, menunjukkan hasil produk belum sempurna, maka akan mempengaruhi variabel lainnya dengan spesifikasi minimal 1 ohm/cm. Variabel kualitas tersebut mempunyai peranan cukup penting bagi perusahaan sehingga perlu dilakukan analisis kapabilitas proses.

Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan kualitas dari produk yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan berdasarkan kebijakan perusahaan. Metode yang dapat digunakan dalam melakukan pengendalian kualitas yaitu peta kendali dan kapabilitas proses. Peta Kendali merupakan suatu diagram yang menggambarkan titik pengamatan dalam suatu periode tertentu, pola penyebaran dibatasi oleh batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Kapabilitas proses adalah suatu teknik pengendalian kualitas yang bertujuan untuk menaksir kemampuan dari suatu proses produksi. Dalam analisis kapabilitas proses harus dilakukan pengendalian kualitas secara statistika (Montgomery, 2013).

Selama ini pemeriksaan kualitas di PT. Petronika hanya ditentukan berdasarkan analisis secara kimiawi dengan cara mengukur kandungan menggunakan alat ukur kimiawi dan jika terjadi ketidaksesuaian dengan batas spesifikasi perusahaan maka larutan DOP akan dimasukkan kembali pada proses awal produksi. Perusahaan belum pernah melakukan evaluasi penyebab ketidaksesuaian yang terjadi dalam proses produksi sehingga tidak tahu apa yang menjadi penyebab produk keluar dari batas spesifikasi yang telah ditentukan. Walaupun perusahaan telah mengetahui bahwa variabel kualitas tersebut telah keluar dari spesifikasi perusahaan, namun belum tentu proses produksinya telah terkendali secara statistik. Sehingga perlu dilakukan analisis pengendalian kualitas statistik untuk mengetahui apakah proses produksi DOP telah terkendali secara statistik atau belum.

1.2 Rumusan Masalah

PT. Petronika adalah perusahaan yang menghasilkan produk DOP dan DINP sebagai bahan baku pembuatan plastik. DOP memiliki keunggulan dibandingkan dengan DINP karena harganya yang lebih terjangkau dari pada bahan kimia jenis lainnya sehingga banyak dipilih konsumen untuk dijadikan bahan baku pembuatan *plasticizer*. Namun, dalam proses produksinya terdapat kandungan penyusun DOP yang sering keluar dari batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan yaitu *volume resistivity*. Jika terdapat variabel kualitas yang tidak sesuai maka perusahaan akan memasukkan kembali larutan tersebut ke dalam proses awal produksi. Perusahaan belum pernah melakukan pengukuran secara menyeluruh terhadap proses produksi yang keluar dari batas spesifikasi sehingga tidak mengetahui apakah proses produksi sudah kapabel atau belum dan apa saja faktor yang menjadi faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian tersebut. Selama ini pemeriksaan hanya ditentukan berdasarkan analisis secara kimiawi dengan cara mengukur kandungan menggunakan alat ukur kimiawi, oleh karena itu perlu dilakukan analisis statistik secara univariat terhadap variabel kualitas dalam pembuatan produk tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui kapabilitas yang dihasilkan pada proses produksi DOP
2. Mengetahui faktor–faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pada proses produksi DOP

1.4 Batasan Masalah

Pada produk DOP terdapat tujuh variabel kualitas, tetapi dalam penelitian ini hanya diambil satu variabel kualitas yaitu *volume resistivity* karena sering keluar dari batas spesifikasi yang

telah ditentukan perusahaan. Data yang diambil adalah data bulan Januari dan Februari 2018.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini adalah menginformasikan apa saja yang menjadi faktor-faktor penyebab terjadinya masalah pada proses produksi, agar dapat dilakukan perbaikan sesuai akar permasalahan sehingga perusahaan dapat meningkatkan kualitas DOP

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pengendalian kualitas statistika adalah suatu teknik dan aktivitas/tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen. Pengendalian kualitas statistik merupakan suatu metode pengumpulan dan analisis data kualitas, serta penentuan dan interpretasi pengukuran-pengukuran yang menjelaskan tentang proses dalam suatu sistem industri, untuk meningkatkan kualitas. (Montgomery,2013).Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengendalikan suatu proses produksi dengan melihat kualitas dari produk yang dihasilkan adalah peta kendali.

Peta kendali terbagi menjadi dua, yaitu peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Peta kendali atribut merupakan peta kendali yang digunakan untuk produk yang kualitasnya tidak dapat diukur, sedangkan peta kendali variabel merupakan peta kendali yang digunakan untuk produk yang kualitasnya dapat diukur. Jenis-jenis peta kendali variabel diantaranya adalah peta $\bar{x} - R$, peta $\bar{x} - S$, dan peta individu, akan tetapi jika karakteristik kualitas lebih dari satu dan saling berhubungan maka digunakan peta kendali T^2 *Hotteling*. (Montgomery, 2013).

2.1 Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel adalah peta kendali yang digunakan untuk pengendalian kualitas secara statistika pada data yang diperoleh melalui pengukuran dan dinyatakan dalam skala kontinu. Salah satu peta kendali variabel yaitu $\bar{x} - R$ yang merupakan peta kendali variabel yang digunakan untuk mengendalikan rata-rata proses (peta kendali \bar{x}) dan variabilitas proses (peta kendali R). Peta kendali $\bar{x} - R$ mendeteksi perubahan proses untuk sampel (n) kurang dari 10. Asumsi yang harus

dipenuhi pada peta kendali $\bar{x} - R$ adalah distribusi normal (Montgomery, 2013).

2.1.1 Uji Keacakan Data

Uji keacakan atau yang sering disebut *run-test* adalah uji deret untuk melihat apakah data (sampel) telah diambil secara acak atau tidak. Seperti yang telah diketahui, bahwa statistik adalah taksiran dari parameter yang diperoleh dari perhitungan sampel, data sampel yang digunakan haruslah acak. Uji ini didasarkan pada adanya runtun. Runtun adalah deretan huruf-huruf atau tanda-tanda yang identik dan diikuti oleh satu atau lebih huruf atau tanda yang berbeda. Hipotesis yang digunakan untuk menguji keacakan data adalah sebagai berikut:

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

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

Statistik Uji r = banyaknya runtun yang terjadi

Bila n_1 maupun n_2 lebih besar dari 20 maka statistik uji z adalah sebagai berikut. (Daniel, 1989).

$$z = \frac{r - \left[\frac{(2n_1n_2)}{(n_1 + n_2)} \right] + 1}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}}} \quad (2.1)$$

H_0 gagal tolak apabila $r_{\text{bawah}} \leq r \leq r_{\text{atas}}$ atau $P_{\text{value}} > \alpha$,

Keterangan:

z = nilai kritis.

r = banyaknya runtun yang terjadi.

n_1 = banyaknya data bertanda (+) atau banyaknya data yang lebih besar dari median.

n_2 = banyaknya data bertanda (-) atau banyaknya data yang lebih kecil dari median.

2.1.2 Asumsi Distribusi Normal

Untuk mengetahui apakah suatu data pengamatan berdistribusi normal, maka dilakukan pengujian dengan

menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis dan statistik uji pada Persamaan 2.2 (Daniel, 1989).

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

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

Statistik uji :

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.2)$$

Dimana,

$\text{Sup}x$ = *Supremum* yaitu nilai selisih terbesar

$S(x)$ = Nilai kumulatif distribusi empiris

$F_0(x)$ = Nilai kumulatif distribusi teoritis

Jika ditetapkan tingkat signifikansi sebesar α maka H_0 ditolak jika nilai statistik uji (D) > nilai tabel ($D_{n,\alpha}$).

2.1.3 Peta Kendali R

Peta kendali R digunakan untuk menjelaskan variabilitas atau pemencaran proses berdasarkan rentang atau *range*, memantau dan mengendalikan variabilitas proses yang mempunyai variabel kualitas berskala kontinu yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran (Montgomery, 2013). Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat peta kendali R .

Jika variabel acaknya adalah x maka nilai jangkauan atau *range* dari masing-masing subgrup dengan ukuran n menggunakan Persamaan 2.3.

$$R = x_{\text{terbesar}} - x_{\text{terkecil}} \quad (2.3)$$

R = *Range*

x = Pengamatan

Menghitung rata-rata nilai *range* dari seluruh subgrup menggunakan Persamaan 2.4.

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

\bar{R} = Rata-rata dari *range*

R_i = *Range* subgrup ke- i

m = Jumlah subgrup

Menghitung nilai batas kendali untuk peta kendali R dalam bentuk umum ditunjukkan pada Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} BKA &= D_4 \bar{R} \\ BKB &= D_3 \bar{R} \end{aligned} \quad (2.5)$$

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

D_4, D_3 =Faktor untuk konstruksi peta kendali pada Lampiran 10

Nilai D_4 dan D_3 pada persamaan 2.5 diperoleh dari persamaan 2.6.

$$\begin{aligned} D_4 &= 1 + 3 \frac{d_3}{d_2} \\ D_3 &= 1 - 3 \frac{d_3}{d_2} \end{aligned} \quad (2.6)$$

d_2, d_3 =Faktor untuk konstruksi peta kendali pada Lampiran 10

2.1.4 Peta Kendali \bar{x}

Setelah variabilitas proses dari peta kendali R 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 kontinu yang diperoleh dari hasil suatu pengukuran (Montgomery, 2013). Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat peta kendali \bar{x} .

Jika variabel acaknya adalah X_{ij} pada Tabel 2.1 maka nilai rata-rata dari masing-masing subgroup dapat dihitung dengan Persamaan 2.7.

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

Jika variabel acaknya adalah \bar{X}_i maka rata-rata dari rata-rata subgroup dapat dihitung dengan Persamaan 2.8.

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

Suatu variabel acak \bar{X}_i seperti pada Tabel 2.1 diperoleh nilai estimasi dari μ yaitu \bar{x} , maka nilai batas kendali untuk peta kendali \bar{x} dalam bentuk umum ditunjukkan pada Persamaan 2.9.

$$GT = \bar{X} \quad (2.9)$$

$$BKA = \bar{X} + \frac{k}{d_2\sqrt{n}} \bar{R}$$

$$BKB = \bar{X} - \frac{k}{d_2\sqrt{n}} \bar{R}$$

Jika nilai $k=3$ maka dapat menggunakan persamaan 2.10.

$$GT = \bar{X} \quad (2.10)$$

$$BKA = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$BKB = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

A_2 =Faktor konstruksi peta kendali pada Lampiran 10

Tabel 2.1 Organisasi Data

Subgrup	Ukuran Subgrup						Rata-rata Subgrup	R
	X_1	X_2	...	X_j	...	X_n		
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	\bar{x}_1	R_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	\bar{x}_2	R_2
:	:	:	:	:	:	:	:	:
i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}	\bar{x}_i	R_i
:	:	:	:	:	:	:	:	:
m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mj}	...	x_{mn}	\bar{x}_m	R_m
	Rata-rata						$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{R}}$

2.2 Membandingkan Dua Populasi

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

2.2.1 Membandingkan *Mean* Dua Populasi

Biasanya dalam melakukan penelitian digunakan dua sampel atau lebih sebagai objek penelitiannya. Salah satu analisis yang digunakan untuk membandingkan *mean* dua populasi adalah uji t untuk dua populasi yang saling bebas. Uji t digunakan untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan (kesamaan) rata-rata antara dua populasi (Montgomery, 2013). Pengujian t dimana varians populasi tidak diketahui, jumlah sampel berbeda dan varians kedua populasi dianggap sama dengan memenuhi asumsi distribusi normal adalah 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 (2.13)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{nm_1} + \frac{1}{nm_2}}}$$

dengan,

$$s_p = \sqrt{\frac{(nm_1 - 1)s_1^2 + (nm_2 - 1)s_2^2}{nm_1 + nm_2 - 2}}$$

\bar{X}_1 = Rata-rata sampel populasi 1

\bar{X}_2 = Rata-rata sampel populasi 2

S_1 = Standar deviasi populasi 1

S_2 = Standar deviasi populasi 2

s_p = S_{pooled} yaitu gabungan dua standar deviasi

$n m_1$ = Banyaknya sampel populasi 1

$n m_2$ = Banyaknya sampel populasi 2

Jika ditetapkan tingkat signifikansi sebesar α maka H_0 ditolak jika $t < -t_{(\alpha/2; nm_1 + nm_2 - 2)}$ atau $t > t_{(\alpha/2; nm_1 + nm_2 - 2)}$.

2.3 Kapabilitas Proses

Jika suatu proses sudah terkendali secara statistika maka selanjutnya dapat dilakukan analisis kapabilitas proses. Kapabilitas proses merupakan suatu teknik pengendalian kualitas yang bertujuan untuk menaksir kemampuan dari suatu proses produksi. Tujuan dari kapabilitas proses adalah untuk mengetahui seberapa baik suatu proses dapat menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi (Montgomery, 2013).

Kapabilitas proses merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan kualitas guna menaksir kemampuan proses. Asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis kapabilitas proses adalah proses telah terkendali secara statistika, apabila proses tidak terkendali secara statistika maka proses tidak dapat diperkirakan kemampuannya. Kapabilitas proses digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendalian proses statistik. Proses dikatakan kapabel jika presisi dan akurasi proses tinggi. Presisi adalah kedekatan antara pengamatan satu dengan pengamatan lainnya yang ukurannya dapat ditunjukkan oleh variabilitas (σ), sedangkan akurasi adalah kedekatan antara nilai pengamatan dengan nilai tengah (Montgomery, 2013).

2.3.1 Indeks Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses untuk data yang memiliki karakteristik kualitas variabel dapat diukur melalui nilai C_p untuk presisi dan C_{pk} untuk akurasi (Montgomery, 2013).

Presisi adalah kedekatan antara pengamatan satu dengan yang lainnya. Presisi dikatakan tinggi jika nilai $C_p \geq 1$.

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad (2.11)$$

Akurasi adalah kedekatan antara nilai pengamatan dengan nilai tengah. Akurasi dikatakan tinggi jika nilai $C_{pk} \geq 1$

$$Cp_U = \frac{BSA - \mu}{3\sigma}$$

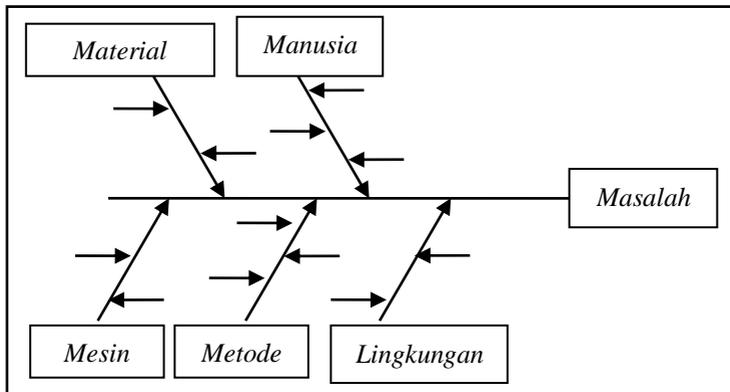
$$Cp_L = \frac{\mu - BSB}{3\sigma} \quad (2.12)$$

$$Cpk = \min(Cp_U, Cp_L)$$

Jika dalam suatu proses hanya memiliki 1 batas spesifikasi maka nilai $Cp=Cp_L$ untuk batas spesifikasi bawah dan $Cp=Cp_U$ untuk batas spesifikasi atas.

2.4 Diagram Sebab-Akibat (*Ishikawa*)

Diagram *ishikawa* disebut juga dengan diagram tulang ikan karena yang bentuknya mirip tulang ikan atau biasajuga disebut diagram sebab akibat. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai penyebab ketidaksesuaian dalam produk (Heizer and Render, 2009).



Gambar 2.1 Diagram *Ishikawa*

2.5 DOP (*Diocetyl Phthalate*)

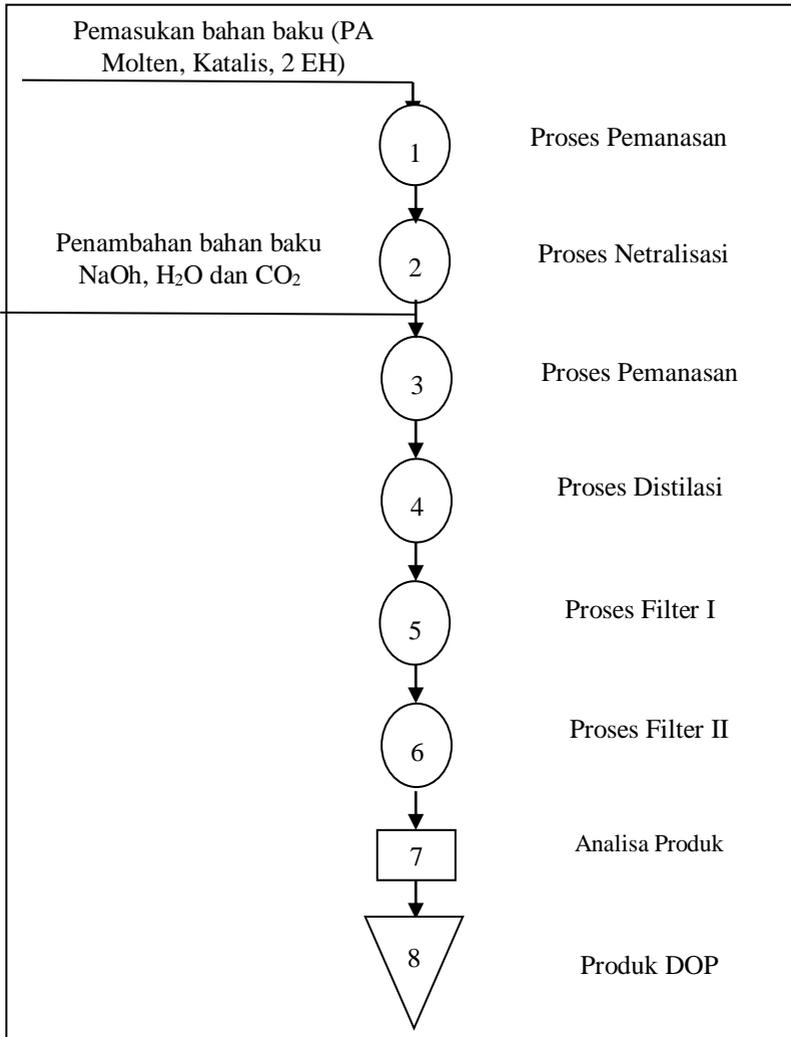
DOP (*Diocetyl Phthalate*) merupakan senyawa kimia yang berguna sebagai *plasticizer* yaitu memberikan efek lentur, tidak mudah patah pada aplikasi pipa atau selang PVC. DOP (*Diocetyl phthalate*) diproduksi dengan mereaksikan *phthalic anhydride*

dan *2-ethyl hexanol*. Variabel Kualitas pada produk jenis DOP adalah:

- *Colour* maksimal 25 APHA
- *Acid value* maksimal 0,03 KOH mg/g
- *Ester value* 285-289 KOH mg/g
- *Heating loss* maksimal 0,01 wt %
- *Volume resistivity* minimal 1 ohm/cm
- *Water content* maksimal 0,05 wt %
- *Purity* minimal 99,5 wt %.

Proses produksi pembuatan *plasticizer* jenis DOP dimulai dengan memasukkan bahan baku berupa PA Molten, Katalis dan 2EH ke dalam tabung reaktor (RV-01) dipanaskan dengan suhu 210°C dengan tekanan 760-250 torr kurang lebih selama 3,5 jam. Proses netralisasi yaitu proses pendinginan dan dilakukan injeksi dengan penambahan bahan Na_2 , H_2O dan CO_2 dan dipanaskan kembali. Proses Distilasi yaitu berfungsi untuk memisahkan komponen berat dengan komponen ringan. Komponen ringan akan dikeluarkan melalui *vacuum pump* menjadi udara, sedangkan komponen berat akan dimasukkan ke dalam tabung *storage*, di lakukan filtrasi I untuk menyaring apabila masih terdapat padatan pada proses sebelumnya kemudian di filtrasi kembali untuk mengantisipasi apabila masih ada padatan, setelah melalui proses filtrasi akan dilakukan pengambilan sampel yang diambil sebanyak 100 ml. Dan tahap terakhir dilakukan analisa untuk memastikan produk tersebut baik dan menghasilkan produk DOP.

Proses produksi pada pembuatan DOP di PT. Petronika Gresik telah dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Proses Produksi DOP

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan pada bagian *Quality Control* (QC) di PT.Petronika pada periode bulan Januari 2018 dan Februari 2018. Subgrup yang digunakan adalah hari karena setiap hari selalu melakukan produksi. Data yang digunakan pada penelitian ini untuk fase I diambil pada tanggal 01 – 14 Januari 2018 sehingga subgrup yang diperoleh sebanyak 14 haridan fase II diambil pada tanggal 03 – 16 Februari 2018 sehingga diperoleh sebanyak 14 subgrup. Struktur data dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian

Hari	Ukuran Subgrup					Rata-rata Subgrup	R
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅		
1	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	\bar{x}_1	R ₁
2	x ₂₁	x ₂₂	x ₂₃	x ₂₄	x ₂₅	\bar{x}_2	R ₂
:	:	:	:	:	:	:	:
14	X _{14 1}	X _{14 2}	X _{14 3}	X _{14 4}	X _{14 5}	\bar{x}_{14}	R ₁₄
Rata-rata						$\bar{\bar{x}}$	\bar{R}

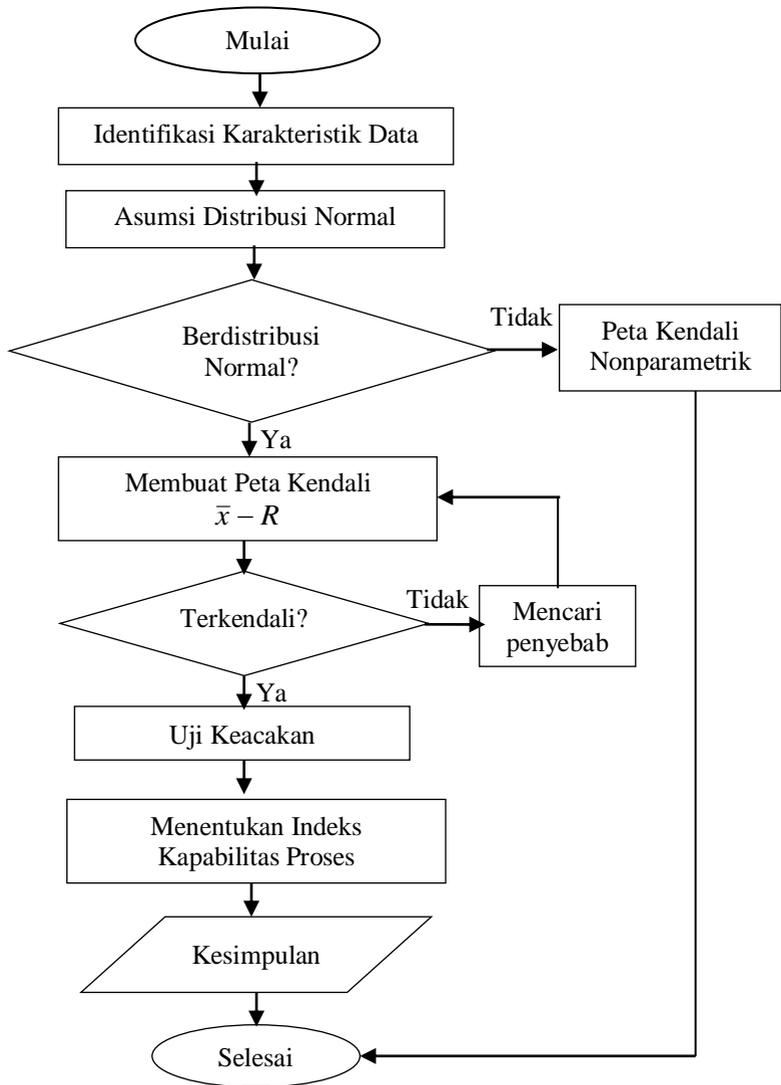
3.2 Variabel penelitian

Variabel penelitian yang dijadikan sebagai variabel kualitas adalah *volume resistivity*. Ukuran subgrup yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 5 karena dalam satu hari dilakukan pengambilan sampel sebanyak 5 kali. Alat yang digunakan untuk mengukur *volume resistivity* adalah galvometer dengan spesifikasi minimal 1 ohm/cm.

3.3 Langkah Analisis Data

1. Mengumpulkan data hasil proses produksi DOP di PT. Petronika.

2. Mengidentifikasi karakteristik data menggunakan statistika deskriptif.
3. Melakukan analisis pengendalian kualitas statistika produk DOP
 - a. Melakukan pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal.
 - b. Membuat peta kendali R . Jika terdapat pengamatan yang *out of control*, maka mencari penyebab masalah tersebut, kemudian membuat peta kendali R baru dengan cara mengeluarkan pengamatan yang *out of control* tersebut. Setelah peta kendali R terkendali, kemudian membuat peta kendali \bar{x} . Jika terdapat pengamatan yang *out of control*, mencari penyebab masalah, kemudian membuat peta kendali \bar{x} baru dengan mengeluarkan pengamatan yang *out of control* tersebut.
4. Membuat diagram *ishikawa* untuk mengidentifikasi akar penyebab dari pengamatan yang *out of control*.
5. Menghitung indeks kapabilitas proses untuk variabel kualitas.
6. Menginterpretasikan hasil analisis data.
7. Menarik kesimpulan.
Langkah-langkah penelitian ditampilkan pada diagram alir Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini dilakukan pembahasan pengendalian kualitas statistika, mengidentifikasi penyebab utama ketidaksesuaian, dan menentukan indeks kapabilitas proses produksi DOP di PT. Petronika berdasarkan data yang diperoleh pada periode Januari 2018 pada tanggal 01–14 untuk fase I dan tanggal 03 – 16 Februari 2018 untuk fase II. Namun sebelumnya dilakukan identifikasi karakteristik data yang diperoleh menggunakan statistika deskriptif. Analisis dan pembahasan pada masing-masing analisis dijelaskan sebagai berikut.

4.1 Karakteristik Data

Data pengamatan pada Lampiran 1 dan Lampiran 2 dapat dideskripsikan variabel kualitas *volume resistivity* dalam produksi DOP, berdasarkan hasil analisis statistika deskriptif pada Lampiran 3 yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Data *Volume Resistivity*

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum	Spesifikasi (ohm/cm)
Fase I	3.31	0.39	1.01	4.52	minimal 1
Fase II	3.57	0.38	2.18	4.94	minimal 1

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata *volume resistivity* dalam produksi DOP pada fase I sebesar 3.31 ohm/cm sedangkan pada fase II sebesar 3.57 ohm/cm yang berarti hasil rata-rata *volume resistivity* telah memenuhi spesifikasi perusahaan. Keragaman terbesar terjadi pada fase I yaitu sebesar 0,39. Berdasarkan fase dengan melihat nilai minimum *volume resistivity* pada fase I sebesar 1,01 dan pada fase II sebesar 2,18 dapat diketahui bahwa hasil produksi DOP telah memenuhi spesifikasi perusahaan. Sedangkan nilai maksimum *volume resistivity* pada fase I sebesar 4,52 dan pada fase II sebesar 4,94.

4.2 Peta Kendali

.Pada penelitian ini digunakan peta kendali variabel yaitu peta kendali $\bar{x} - R$. Terdapat dua analisis peta kendali yaitu pada fase I dan fase II. Sebelum dilakukan analisis peta kendali perlu diketahui apakah data telah memenuhi asumsi distribusi normal atau belum. Pembahasan masing-masing analisis adalah sebagai berikut.

4.2.1 Peta Kendali *Volume Resistivity* Fase I

Peta Kendali produk DOP pada fase I yaitu tanggal 01 – 14 Januari 2018 dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Asumsi Distribusi Normal

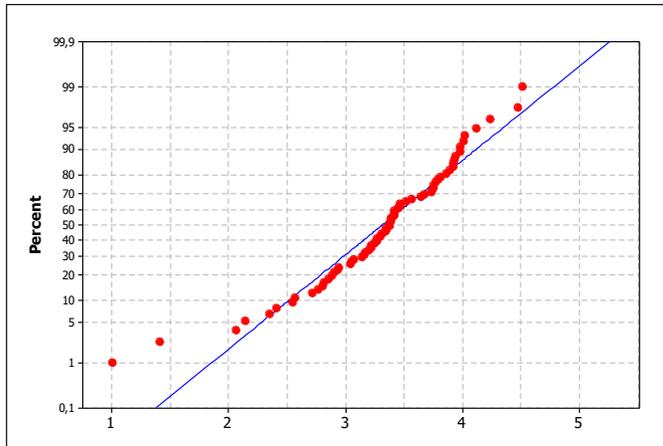
Pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak, dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan data Lampiran 1, uji hipotesisnya adalah sebagai berikut.

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

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

Pada taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{\alpha;n}$ dan P-value $< \alpha$. Berdasarkan data pada Lampiran 1 diperoleh nilai *Kolmogorov-Smirnov* (D) yang merujuk pada Lampiran 5 yaitu sebesar 0,103 dan P-value sebesar 0,063, dengan menggunakan tabel $D_{0,05;70}$ pada Lampiran 8 didapatkan nilai sebesar 0,160 maka diputuskan H_0 gagal ditolak artinya data *volume resistivity* pada fase I berdistribusi normal. Selain menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*, pemeriksaan asumsi distribusi normal dilakukan secara visual dengan melihat Gambar 4.1.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa *plot-plot* pengamatan cenderung mengikuti garis normal sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa data *volume resistivity* pada fase I berdistribusi normal.



Gambar 4.1 Scatterplot Distribusi Normal Fase I

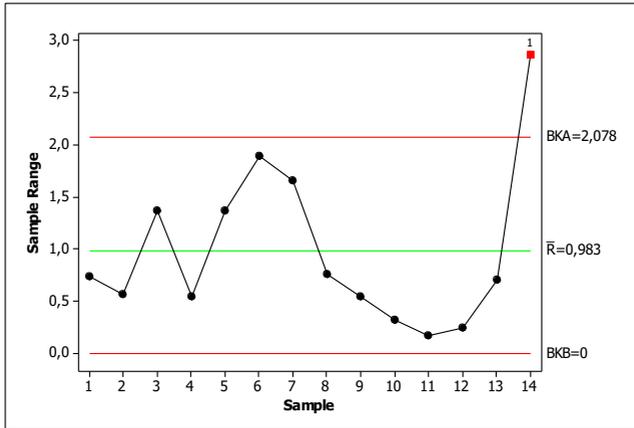
b. Peta Kendali R

Peta kendali $\bar{x} - R$ digunakan pada karakteristik kualitas variabel dimana dalam subgrup memiliki ukuran sampel yang sama. Pengendalian kualitas statistika dilakukan dengan dua tahap yaitu pengendalian terhadap variabilitas menggunakan peta R dan pengendalian terhadap *mean* proses menggunakan peta \bar{x} . Dalam melakukan pengendalian, variabilitas proses harus terkendali dahulu sebelum mengendalikan *mean* proses.

Peta kendali R digunakan untuk mengetahui apakah varians proses telah terkendali secara statistik, dimana jumlah subgrup sebanyak 14 data pada Lampiran 1 dan batas kendali ditunjukkan pada Gambar 4.2.

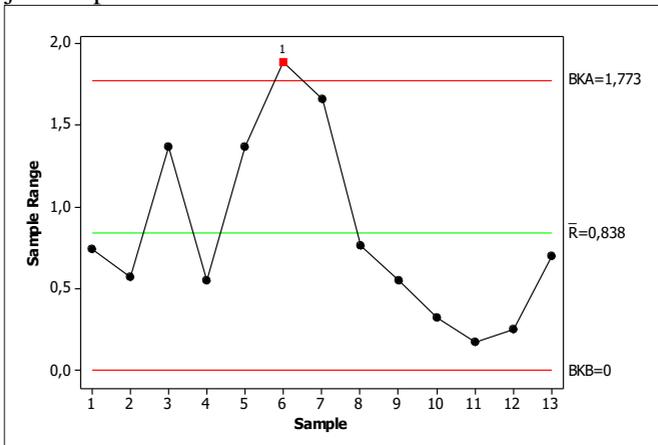
Gambar 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata varians *volume resistivity* peta kendali R fase I sebesar 0,983 dengan batas kendali atas sebesar 2,078 dan batas kendali bawah sebesar 0 terdapat 1 pengamatan yang keluar dari batas kendali yaitu pengamatan hari ke 14. Hal itu disebabkan oleh *assignable causes* yaitu kondisi mesin yang sedang bermasalah, sehingga produksi DOP tidak terkendali secara statistik, maka perlu dilakukan

perbaikan dengan cara mengeluarkan pengamatan yang keluar dari batas kendali.



Gambar 4.2 Peta Kendali R Fase I

Peta kendali R iterasi I tanpa pengamatan hari ke 14 ditunjukkan pada Gambar 4.3.



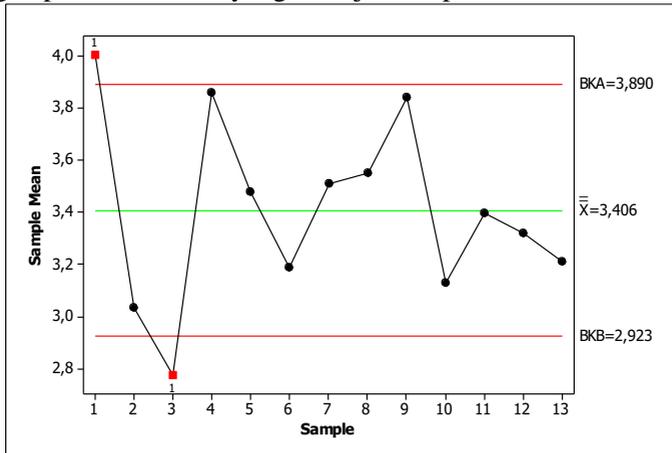
Gambar 4.3 Peta Kendali R Fase I Iterasi I

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa setelah dilakukan iterasi diperoleh rata-rata varians sebesar 0,838 dengan batas kendali atas sebesar 1,773, batas kendali bawah sebesar 0 dan masih terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali yaitu

pengamatan hari ke 6. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi DOP dengan variabel kualitas *volume resistivity* tidak terkendali secara statistika. Selanjutnya akan dilanjutkan ke peta kendali \bar{x} meskipun proses tidak terkendali secara statistik.

c. Peta Kendali \bar{x}

Selanjutnya dapat dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Kendali \bar{x} Fase I

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa rata-rata *volume resistivity* sebesar 3,406 dengan batas kendali atas sebesar 3,890 dan batas kendali bawah sebesar 2,923 terdapat 2 pengamatan yang keluar dari batas kendali yaitu pengamatan hari ke 1 dan 3. Penyebab adanya pengamatan yang keluar dari batas kendali disebabkan oleh *assignable causes* yaitu kondisi mesin Hal ini menunjukkan bahwa *mean* proses pada produksi DOP belum terkendali secara statistik. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan indeks kapabilitas meskipun proses tidak terkendali secara statistik.

d. Uji Keacakan Data

Uji keacakan (*Run Test*) ini dilakukan pada data *volume resistivity* untuk melihat data sampel yang diambil telah acak atau tidak berdasarkan data Lampiran 1. Berikut adalah uji hipotesisnya.

H_0 : Data *volume resistivity* telah diambil secara acak.

H_1 : Data *volume resistivity* tidak diambil secara acak.

H_0 ditolak jika $z_{hitung} > 1,96$ atau $z_{hitung} < -1,96$. Hasil statistik uji keacakan data pada Lampiran 4 didapatkan nilai median sebesar 3,39 dengan runtun data sebanyak 22 dari 55 pengamatan dan nilai Z_{hitung} yaitu -1,752 lebih besar dari -1,96 maka diputuskan H_0 gagal ditolak Artinya data *volume resistivity* fase I diambil secara tidak acak.

4.2.2 Membandingkan Mean Dua Populasi

Analisis yang digunakan untuk membandingkan *mean* proses dua populasi antara fase I dan fase II yaitu uji dua sampel independen. Hasil analisis *t-test* ini digunakan untuk menentukan apakah terjadi pergeseran *mean* proses antara fase I dan fase II. Penjelasan hasil analisis berdasarkan data Lampiran 1 dan Lampiran 2 adalah sebagai 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 1,72 dan nilai *P-value* sebesar 0,088. Dengan menggunakan taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $t > t_{(0,025;129)}$ dan *P-value* $< \alpha$. Berdasarkan tabel t pada Lampiran 8 diperoleh nilai $t_{(0,025;129)}$ sebesar 1,97852. Dari hasil analisis maka diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak yang berarti tidak ada perbedaan rata-rata antara fase I dan fase II, sehingga peta kendali pada fase II menggunakan batas kendali fase I.

4.2.3 Peta Kendali *Volume Resistivity* Fase II

Peta Kendali produk DOP pada fase II yaitu tanggal 03 – 16 Februari 2018 dijelaskan sebagai berikut.

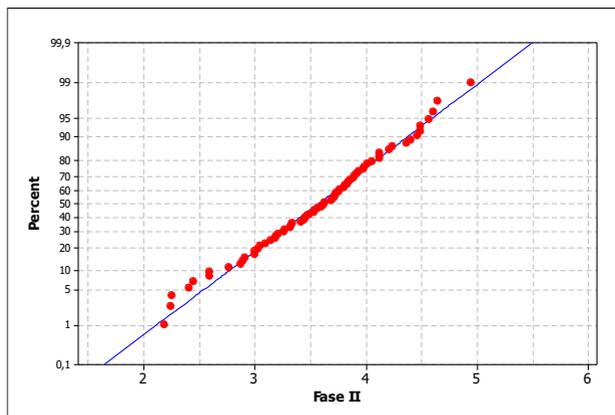
a. Asumsi Distribusi Normal

Pemeriksaan dan pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak, dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan data pada Lampiran 2, uji hipotesisnya adalah sebagai berikut.

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

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

Pada taraf signifikan (α) sebesar 0,05 maka H_0 ditolak jika $D > D_{\alpha;n}$ dan $P\text{-value} < \alpha$. Berdasarkan data pada Lampiran 2 diperoleh nilai *Kolmogorov-Smirnov* (D) yang merujuk pada Lampiran 5 yaitu sebesar 0,061 dan $P\text{-value}$ sebesar $>0,150$, dengan menggunakan tabel $D_{0,05;70}$ pada Lampiran 8 didapatkan nilai sebesar 0,160 maka diputuskan H_0 gagal ditolak artinya data *volume resistivity* pada fase II berdistribusi normal. Selain menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*, pemeriksaan asumsi distribusi normal dilakukan secara visual dengan melihat Gambar 4.5.



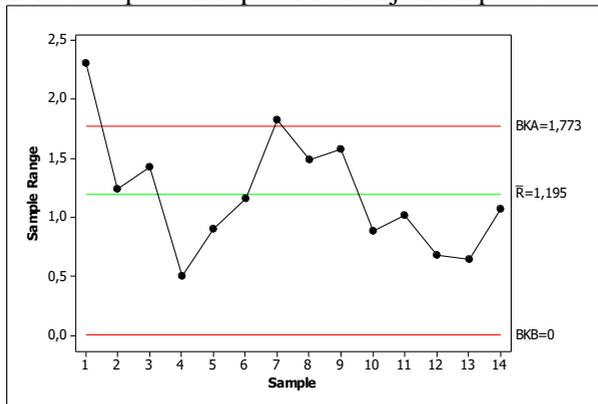
Gambar 4.5 Scatterplot Distribusi Normal Fase II

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa *plot-plot* pengamatan mengikuti garis normal sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa data *volume resistivity* pada fase II berdistribusi normal.

e. Peta Kendali R

Peta kendali $\bar{x} - R$ digunakan pada karakteristik kualitas variabel dimana masing-masing subgrup menggunakan ukuran sampel sebanyak 5. Pengendalian kualitas statistika dilakukan dengan dua tahap yaitu pengendalian terhadap variabilitas menggunakan peta R dan pengendalian terhadap *mean* proses menggunakan peta \bar{x} . Dalam melakukan pengendalian, variabilitas proses harus terkendali dahulu sebelum mengendalikan *mean* proses.

Peta kendali R digunakan untuk mengetahui apakah varians proses telah terkendali secara statistik, dimana jumlah subgrup sebanyak 14 data pada Lampiran 2 ditunjukkan pada Gambar 4.6.

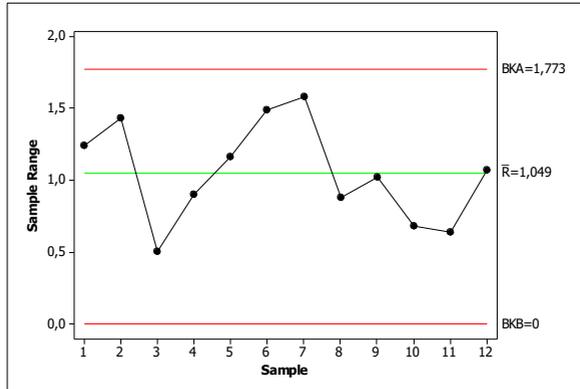


Gambar 4.6 Peta Kendali R Fase II

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa dengan menggunakan batas kendali pada fase I yaitu batas kendali atas sebesar 1,773 dan batas kendali bawah sebesar 0 terdapat 2 pengamatan yang keluar dari batas kendali pada fase II. Penyebab adanya pengamatan yang keluar dari batas kendali disebabkan oleh *assignable causes* yaitu kondisi mesin yang bermasalah karena kurangnya pengawasan dari karyawan sehingga produksi DOP

tidak terkendali secara statistik, maka perlu dilakukan perbaikan dengan cara mengeluarkan pengamatan yang keluar dari batas kendali.

Berikut merupakan peta kendali R iterasi I tanpa pengamatan hari ke 1 dan hari ke 7.



Gambar 4.7 Peta Kendali R Fase II Iterasi I.

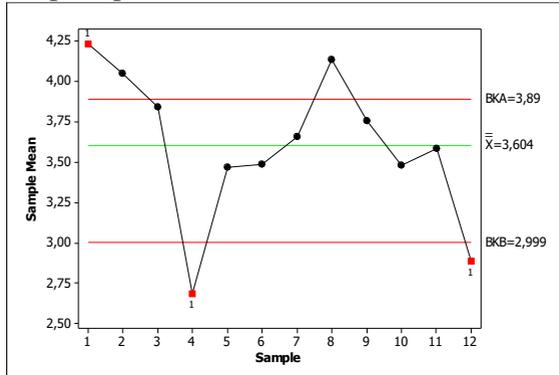
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa dengan menggunakan batas kendali pada fase I yaitu batas kendali atas sebesar 1,773 dan batas kendali bawah sebesar 0 serta diperoleh nilai rata-rata varians *volume resistivity* pada fase II sebesar 1,049. Peta kendali R diatas tidak ada pengamatan yang keluar dari batas kendali, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians proses telah terkendali secara statistik.

f. Peta Kendali \bar{x}

Selanjutnya dilakukan pengendalian *mean* proses dengan peta kendali \bar{x} yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa berdasarkan batas kendali pada fase I yaitu rata-rata *volume resistivity* pada fase II sebesar 3,604, dengan batas kendali atas sebesar 3,89 dan batas kendali bawah sebesar 2,999, terdapat 5 pengamatan yang keluar dari batas kendali yaitu pada pengamatan hari ke 1, 2, 4, 8 dan 12. Penyebab adanya pengamatan yang keluar dari batas kendali

disebabkan oleh *random causes*. Hal ini menunjukkan bahwa *mean* proses pada produksi DOP telah terkendali secara statistik.



Gambar 4.8 Peta Kendali \bar{x} Fase II

g. Uji Keacakan Data

Uji keacakan (*Run Test*) ini dilakukan pada data *volume resistivity* untuk melihat data sampel yang diambil telah acak atau tidak berdasarkan data Lampiran 2. Berikut adalah uji hipotesisnya.

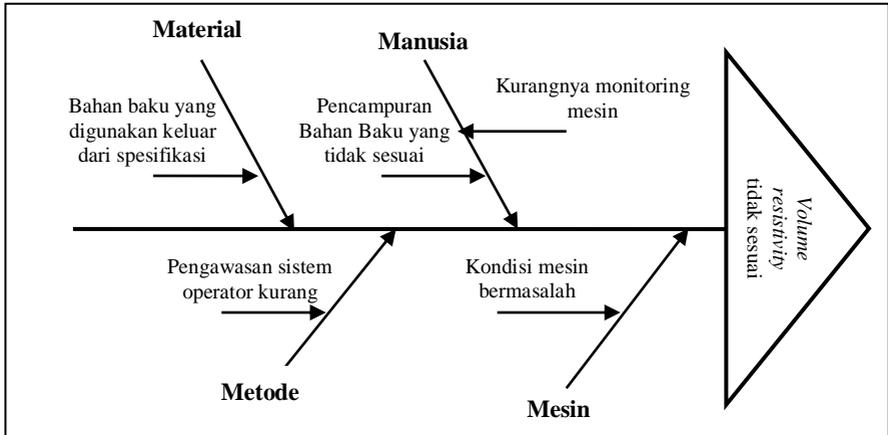
H_0 : Data *volume resistivity* telah diambil secara acak.

H_1 : Data *volume resistivity* tidak diambil secara acak.

H_0 ditolak jika $Z_{hitung} > 1,96$ atau $Z_{hitung} < -1,96$. Hasil statistik uji keacakan data pada Lampiran 4 didapatkan nilai median sebesar 3,63 dengan runtun data sebanyak 22 dari 60 pengamatan dan nilai Z_{hitung} yaitu -2,344 lebih kecil dari -1,96 maka diputuskan H_0 ditolak Artinya data *volume resistivity* fase II tidak diambil secara acak.

4.3 Diagram Ishikawa

Diagram *Ishikawa* atau diagram tulang ikan digunakan untuk mencari faktor-faktor produk tidak sesuai dengan batas spesifikasi serta proses produksi yang tidak terkendali. Berikut merupakan hasil dari faktor – faktor yang menyebabkan tidak terkendalnya proses produksi.



Gambar 4.9 Diagram Ishikawa

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa *volume resistivity* pada DOP tidak sesuai disebabkan karena faktor manusia, material, mesin dan metode. Operator yang sedang bertugas juga dapat melakukan kesalahan karena kurangnya monitoring mesin sebagai penyebab pada faktor manusia. Pada faktor material, tidak ada bahan baku dan bahan baku yang digunakan tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan dapat menyebabkan *volume resistivity* tidak sesuai. Akar penyebab dari metode yaitu kurangnya pengawasan sistem operator menyebabkan *volume resistivity* tidak sesuai. Faktor mesin diketahui bahwa kondisi mesin yang sedang bermasalah karena kurang pengawasan dari karyawan. Jika tidak dilakukan perbaikan berdasarkan penyebab atau akar permasalahan yang telah diketahui, hal ini dapat menyebabkan karakteristik pembuatan DOP menjadi tidak sesuai sehingga mengurangi kepuasan konsumen.

4.5 Indeks Kapabilitas Proses

Indeks kapabilitas proses digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi DOP telah kapabel atau tidak. Variabel kualitas yang digunakan adalah *volume resistivity*. Pada pengamatan ini tetap dilakukan perhitungan indeks kapabilitas

proses meskipun proses tidak terkendali Berdasarkan data Lampiran 1 dan Lampiran 2 dengan indeks kapabilitas yang digunakan yaitu C_p karena tidak memiliki Batas Spesifikasi Atas (BSA). Hasil yang diperoleh berdasarkan Lampiran 7 bahwa nilai C_p pada fase I sebesar 2,07 dan nilai C_p pada fase II sebesar 1,99 lebih dari 1, dapat dikatakan bahwa presisi tinggi atau data telah memenuhi target. Sehingga disimpulkan bahwa proses produksi DOP telah kapabel.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan tentang kapabilitas produk DOP di PT. Petronika maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses produksi DOP pada bulan Januari dihasilkan nilai C_p sebesar 2,07 dan nilai C_p pada bulan Februari sebesar 1,99 sehingga proses produksi DOP dikatakan kapabel dan terjadi penurunan nilai C_p sehingga perusahaan perlu meningkatkan kemampuan proses.
2. Produk DOP yang tidak sesuai disebabkan karena karyawan kurang terampil dalam memonitoring mesin dan pencampuran bahan baku, kondisi mesin yang bermasalah sehingga menyebabkan produksi terganggu.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada hasil penelitian ini adalah PT. Petronika Gresik perlu melakukan evaluasi kepada karyawan agar lebih taat terhadap prosedur pembuatan produk DOP supaya tidak terjadi ketidaksesuaian diluar spesifikasi perusahaan. Pengecekan secara berkala terhadap mesin produksi juga perlu dilakukan agar tidak terjadi kerusakan pada mesin akibat penggunaan secara terus menerus.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, W. 1989. *Statistik Non Parametrik Terapan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Heizer J. dan Render B, (2009). *Manajemen Operasi*. Buku 1 Edisi 9. Jakarta: Salemba Empat.
- Montgomery, Douglas C. 2013. *Introduction to Statistical Quality Control Sixth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- PT. Petronika. 1984. Process Design Package of DOP Production Plant for PT. Petronika the Republic of Indonesia. Mitsubishi Gas Chemical Co, Inc.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil pemeriksaan karakteristik kualitas *volume resistivity* padaproduk DOP periode bulan Januari 2018

No.	Tanggal	I	II	III	IV	V	\bar{X}	R
1	01-Jan-2018	3,92	3,98	4,48	3,89	3,74	4,002	0,74
2	02-Jan-2018	3,38	2,94	2,81	2,82	3,22	3,034	0,57
3	03-Jan-2018	2,55	2,89	3,52	2,15	2,77	2,776	1,37
4	04-Jan-2018	3,98	3,8	4,02	3,47	4,01	3,856	0,55
5	05-Jan-2018	3,34	3,94	2,57	3,78	3,76	3,478	1,37
6	06-Jan-2018	3,39	2,91	3,05	2,35	4,24	3,188	1,89
7	07-Jan-2018	4,52	3,16	2,86	3,25	3,75	3,508	1,66
8	08-Jan-2018	3,06	3,82	3,68	3,76	3,42	3,548	0,76
9	09-Jan-2018	3,92	4,12	3,57	3,65	3,93	3,838	0,55
10	10-Jan-2018	2,95	3,14	3,08	3,2	3,27	3,128	0,32
11	11-Jan-2018	3,35	3,4	3,45	3,47	3,3	3,394	0,17
12	12-Jan-2018	3,35	3,39	3,27	3,42	3,17	3,32	0,25
13	13-Jan-2018	3,31	3,22	3,42	3,38	2,72	3,21	0,7
14	14-Jan-2018	3,87	2,41	2,07	1,42	1,01	2,156	2,86

Lampiran 2. Data hasil pemeriksaan karakteristik kualitas *volume resistivity* pada produk DOP periode bulan Februari 2018

No	Tanggal	I	II	III	IV	V	\bar{X}	R
1	3-Feb-18	2,18	3,09	3,34	3,92	4,49	3,404	2,31
2	4-Feb-18	4,57	4,12	3,7	3,83	4,94	4,232	1,24
3	5-Feb-18	4,4	4,12	4,61	3,94	3,18	4,05	1,43
4	6-Feb-18	4,12	3,75	3,86	3,84	3,62	3,838	0,5
5	7-Feb-18	2,24	3,14	2,45	2,59	3	2,684	0,9
6	8-Feb-18	2,89	3,44	3,33	3,63	4,05	3,468	1,16
7	9-Feb-18	4,24	3,72	2,41	2,59	3,71	3,334	1,83
8	10-Feb-18	4,36	3,73	3,47	2,87	3	3,486	1,49
9	11-Feb-18	4,49	3,49	3,81	3,6	2,91	3,66	1,58
10	12-Feb-18	4,64	4,46	4,01	3,8	3,76	4,134	0,88
11	13-Feb-18	3,41	3,99	3,19	3,98	4,21	3,756	1,02
12	14-Feb-18	3,57	3,89	3,27	3,21	3,45	3,478	0,68
13	15-Feb-18	3,53	3,9	3,26	3,54	3,69	3,584	0,64
14	16-Feb-18	2,25	3,05	2,77	3,03	3,32	2,884	1,07

Lampiran 3. *Output* hasil analisis statistika deskriptif karakteristik *volume resistivity* produk DOP.

Descriptive Statistics: Fase I, Fase II				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Fase I	3,3169	0,3950	1,0100	4,5200
Fase II	3,5709	0,3898	2,1800	4,9400

Lampiran 4. *Output* hasil analisis uji keacakan
Fase I

Runs Test

	VAR00001
Test Value ^a	3,38
Cases < Test Value	26
Cases >= Test Value	29
Total Cases	55
Number of Runs	22
Z	-1,752
Asymp. Sig. (2-tailed)	,080

a. Median

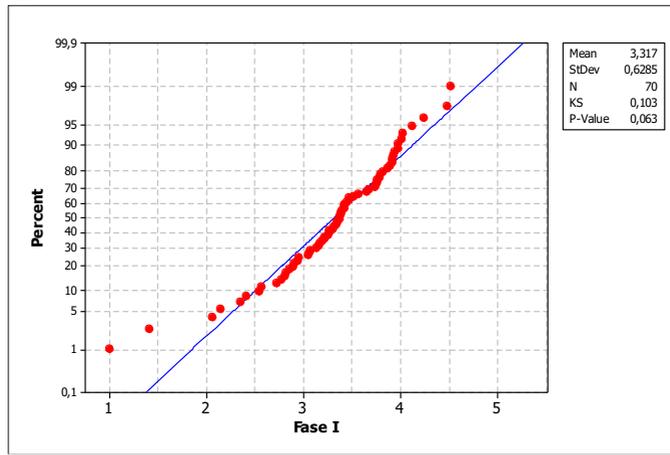
Fase II

Runs Test

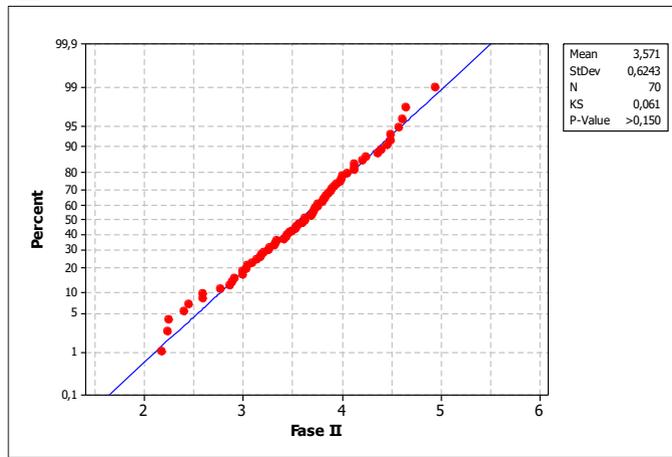
	VAR00001
Test Value ^a	3,63
Cases < Test Value	30
Cases >= Test Value	30
Total Cases	60
Number of Runs	22
Z	-2,344
Asymp. Sig. (2-tailed)	,019

a. Median

Lampiran 5. *Output* hasil analisis asumsi distribusi normal Fase I



Fase II



Lampiran 6. *Output* hasil analisis dua sampel independen (*t-test*)**Two-Sample T-Test and CI**

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1	65	3,406	0,486	0,060
2	70	3,571	0,624	0,075

Difference = mu (1) - mu (2)

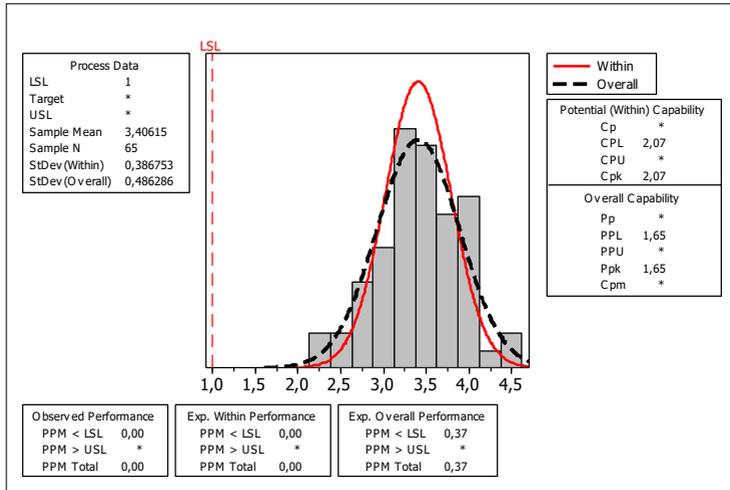
Estimate for difference: -0,1647

95% CI for difference: (-0,3545; 0,0251)

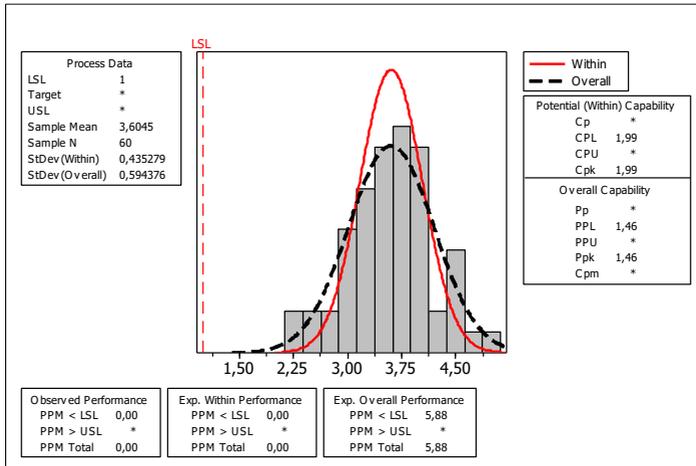
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1,72

P-Value = 0,088 DF = 129

Lampiran 7. Perhitungan analisis kapabilitas proses produk DOP Fase I



Fase II



Lampiran 8. Tabel *Kolmogorv-Smirnov*

n	Uji Satu Sisi				
	p=0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
	Uji Dua Sisi				
	p=0,80	0,9	0,95	0,98	0,99
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
:	:	:	:	:	:
60	0,136	0,155	0,172	0,193	0,207
65	0,131	0,149	0,166	0,185	0,199
70	0,126	0,144	0,160	0,179	0,192
75	0,122	0,139	0,154	0,173	0,185
80	0,118	0,135	0,150	0,167	0,179

Lampiran 9. Tabel Distribusi t

db	α					
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,65674
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,92484
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,84091
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,60409
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,03214
:	:	:	:	:	:	:
129	0,67640	1,28815	1,65675	1,97852	2,35560	2,61448
130	0,67638	1,28810	1,65666	1,97838	2,35537	2,61418
131	0,67637	1,28805	1,65657	1,97824	2,35515	2,61388
132	0,67635	1,28800	1,65648	1,97810	2,35493	2,61359
133	0,67634	1,28795	1,65639	1,97796	2,35471	2,61330
134	0,67633	1,28790	1,65630	1,97783	2,35450	2,61302
135	0,67631	1,28785	1,65622	1,97769	2,35429	2,61274

Lampiran 10. 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	d ₂	d ₃	D ₂	D ₃	D ₄
2	2,121	1,880	2,659	1,128	0,853	3,686	0,000	3,267
3	1,732	1,023	1,954	1,693	0,888	4,358	0,000	2,574
4	1,500	0,729	1,628	2,059	0,880	4,698	0,000	2,282
5	1,342	0,577	1,427	2,326	0,864	4,918	0,000	2,114
6	1,225	0,483	1,287	2,534	0,848	5,078	0,000	2,004
7	1,134	0,419	1,182	2,704	0,833	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	2,847	0,820	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	2,970	0,808	5,393	0,184	1,816
10	0,949	0,308	0,975	3,078	0,797	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	3,173	0,787	5,535	0,256	1,744
12	0,866	0,266	0,886	3,258	0,778	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	3,336	0,770	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	3,407	0,763	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	3,472	0,756	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	3,532	0,750	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	3,588	0,744	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	3,640	0,739	5,856	0,391	1,608
19	0,688	0,187	0,698	3,689	0,734	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	3,735	0,729	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	3,778	0,724	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	3,819	0,720	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	3,858	0,716	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	3,895	0,712	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,153	0,606	3,931	0,708	6,059	0,459	1,541

Lampiran 11. Surat Pernyataan Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

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

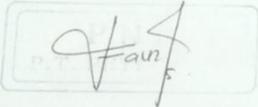
Nama : Rahajeng Herwiningtyas
NRP : 1061150000095

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

Sumber : PT Petronika Gresik
Keterangan : Data Produksi *Plasticizer* Jenis DOP (*Dioctyl Phthalate*)

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

Mengetahui,
Pejabat Pemberi Data,



(MUHAMMAD FAUZI)
NIP. 33140

Surabaya,
Yang membuat Pernyataan



(Rahajeng Herwiningtyas)
NRP. 1061150000095

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Rahajeng Herwiningtyas, biasa dipanggil Ajeng. Penulis merupakan anak ke-2 dari empat bersaudara yang lahir di Bangkalan pada tanggal 19 Juli 1996. Penulis telah menyelesaikan studi Sekolah Dasar di SD Negeri Tanjungjati 2

Kamal tahun 2008, SMP Negeri1 Kamal Bangkalan tahun 2011, SMA Negeri 3 Bangkalan tahun 2014, dan melanjutkan studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis ITS tahun 2015 yang juga merupakan keluarga besar “HEROES” dengan nomor sigma σ^{2088} . Pada tahun pertama, penulis bergabung dengan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) yaitu UKTK. Penulis juga pernah menjadi bagian media informasi PRS pada tahun 2017. Penulis pernah mengikuti pelatihan kepemimpinan dasar, pelatihan keterampilan manajemen, pelatihan PKM 5 Bidang, pelatihan *surveyor* dll. Akhir semester 4, penulis mendapatkan kesempatan pengalaman Kerja Praktek di PT. PAL Indonesia (Persero) pada bagian Divisi Kapal Niaga. Untuk kritik dan saran dapat dikirim melalui nomor penulis +62 822 3485 5632 atau email penulis tyassajeng19@gmail.com.

