



TUGAS AKHIR - KS184822

**MONITORING KUALITAS PROSES PRODUKSI
LEM PVAC TIPE YP 30 DI PT. TRIMITRA
SEJATI JAYA SIDOARJO MENGGUNAKAN
DIAGRAM KONTROL MULTIVARIAT DAN
UNIVARIAT**

**MAILA S. BALADINA
NRP 062115 4000 0120**

**Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Mashuri, M.T
Drs. Haryono, MSIE**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**



TUGAS AKHIR - KS184822

**MONITORING KUALITAS PROSES PRODUKSI
LEM PVAC TIPE YP 30 DI PT. TRIMITRA
SEJATI JAYA SIDOARJO MENGGUNAKAN
DIAGRAM KONTROL MULTIVARIAT DAN
UNIVARIAT**

**MAILA S. BALADINA
NRP 062115 4000 0120**

**Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Mashuri, M.T
Drs. Haryono, MSIE**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**



FINAL PROJECT - KS184822

**QUALITY MONITORING OF YP 30 TYPE PVAC
GLUE IN PT. TRIMITRA SEJATI JAYA
SIDOARJO USING MULTIVARIATE AND
UNIVARIATE CONTROL CHART**

**MAILA S. BALADINA
NRP 062115 4000 0120**

**Supervisor
Dr. Muhammad Mashuri, M.T
Drs. Haryono, MSIE**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA
SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**MONITORING KUALITAS PROSES PRODUKSI
LEM PVAC TIPE YP 30 DI PT. TRIMITRA SEJATI
JAYA SIDOARJO MENGGUNAKAN DIAGRAM
KONTROL MULTIVARIAT DAN UNIVARIAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Statistika
pada
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
MAILA S. BALADINA
NRP. 062115 4000 0120

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Muhammad Mashuri, M.T

NIP. 19620408 198701 1 001

Drs. Haryono, MSIE

NIP. 19520910 197901 1 001

Mengetahui
Kepala Departemen Statistika

Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2019

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MONITORING KUALITAS PROSES PRODUKSI LEM PVAC TIPE YP 30 DI PT. TRIMITRA SEJATI JAYA SIDOARJO MENGGUNAKAN DIAGRAM KONTROL MULTIVARIAT DAN UNIVARIAT

Nama : Maila S. Baladina
NRP : 062115 4000 0120
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Mashuri, M. T
Drs. Haryono, MSIE

Abstrak

PVAc tipe YP30 adalah produk jenis ini yang paling banyak diminati oleh konsumen PT Trimitra Sejati Jaya. Salah satu tahapan terpenting proses produksi proses produksi adalah monitoring dan pengendalian kualitas. Pada perusahaan ini tahap tersebut hanya dilakukan sebatas pengukuran secara deskriptif, sehingga monitoring serta pengendalian kualitas proses produksi belum dilakukan secara statistik. Pada penelitian ini akan dilakukan monitoring kualitas proses produksi PVAc tipe YP 30 berdasarkan pengukuran variabel visco dan solid, karena kedua variabel tersebut yang paling umum dan cenderung fluktuatif. Di samping itu kedua variabel tersebut saling berhubungan, berdistribusi normal dan data pada pengamatan merupakan pengamatan individu sehingga metode yang digunakan untuk dapat mengendalikan variabilitas proses maupun rata-rata proses serta mendeteksi pergeseran proses menggunakan diagram kontrol multivariat M dan T^2 -Hotelling serta univariat Individual Moving Range (IMR) yang masing-masing digunakan di fase I dan II. Hasil yang diperoleh berdasarkan diagram kontrol multivariat M masih terdapat titik yang diluar batas kontrol, titik tersebut diduga berasal dari variabel solid jika dilihat kontribusinya menggunakan diagram kontrol univariat I-MR. Kapabilitas proses secara univariat maupun multivariat untuk presisi dan akurasi proses produksi relatif rendah dan belum kapabel.

Kata Kunci : *Diagram Kontrol, I-MR, Kapabilitas Proses, Monitoring, Multivariat, Pengendalian, T^2 -Hotelling, Univariat, YP 30.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

QUALITY MONITORING OF YP 30 TYPE PVAC GLUE IN PT. TRIMITRA SEJATI JAYA SIDOARJO USING MULTIVARIATE AND UNIVARIATE CONTROL CHART

Name : Maila S. Baladina
NRP : 062115 4000 0120
Departement : Statistika
Supervisors : Dr. Muhammad Mashuri, M. T
Drs. Haryono, MSIE

Abstract

The most demanded PVac type of product is YP30 in PT Trimitra Sejati Jaya. One of the most important production process stages is monitoring and quality control. Stages that are used in the company are only limited to manual measurement (descriptive), so that the quality control of the production process has not been conducted statistically. This YP-30 quality control production process research is going to be conducted based on the measurement of the visco and solid variables, for the two variables are the most common-used and is fluctuate. In addition, the two variables are independent and has met the assumption of a multivariate normal distribution the data on QC observation in which found in the company are individual observations or only have one subgroup ($n = 1$). Hence, the method that are able to be used to control process variability and averages then detect a process shift are the multivariate M and T^2 -Hotelling control chart and univariate Individual Moving Range (I-MR) which are used in phase I and phase II. The results obtained based on multivariate M control chart still points that are out-of-control. These points are expected to originate from solid variables when observed by their contribution using the univariate I-MR control chart. In addition to other control charts, it has been in-control. Process capability in a univariate and multivariate method for precision and accuracy of the production process is relatively low and not capable yet.

Keywords : Control Chart, I-MR, Monitoring, Multivariate, Process Capability, Quality Control, T^2 -Hotelling, Univariate, YP 30.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Monitoring Kualitas Proses Produksi Lem PVac Tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo Menggunakan Diagram Kontrol Multivariat dan Univariat”** dengan lancar dan tepat pada waktunya.

Keberhasilan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari partisipasi dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T selaku dosen pembimbing dan Bapak Drs. Haryono, MSIE selaku dosen Co-Pembimbing yang senantiasa memberikan waktu, ilmu, wawasan dan pengarahan dengan begitu baik serta penuh kesabaran selama penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga keduanya senantiasa diberi kesehatan dan diberkahi oleh-Nya.
2. Ibu Wibawati, S.Si., M.Si. dan Bapak Novri Suhermi, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan ilmu, kritik, serta saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc selaku Ketua Departemen Statistika ITS dan Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si., M.Si. selaku Ketua Prodi S-1 Departemen Statistika ITS yang telah memberikan fasilitas selama menuntut ilmu hingga fasilitas bagi Penulis guna kelancaran pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si., M.Si. selaku dosen wali dan seluruh Bapak-Ibu dosen Statistika atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan, serta seluruh staf dan karyawan Departemen Statistika ITS atas pelayanannya selama perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Hary Purnomo selaku Direktur Utama PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo yang begitu baik dalam mempermudah Penulis untuk pengambilan dan pihak PT. Trimitra Sejati Jaya lainnya yaitu Bapak Agus, Mbak Suci serta Bapak Wachid

yang sangat sabar, ramah dan mau membagi ilmu kepada Penulis.

6. Kedua orangtua yang sangat penulis cintai, Ibu Rifatul Ifadah dan Ayah Moh. Ali Aziz, serta Kakak Fina, dan Adik Nawabika, Mas Advan, Mba Ajeng, Mba Shinfi, Mas Nahid, Mba Dia, Mas Adi, Mas Nobel, Mba Dija dan keluarga besar penulis atas doa yang selalu dipanjatkan dan dukungan serta motivasi yang tidak ada hentinya diberikan sehingga penulis terus memiliki kekuatan dan semangat dalam menjalani proses perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Om Oyik dan teman tercinta Ema Machfudhah yang tiada hentinya memberikan waktu luangnya dalam membantu mulai dari pengambilan data hingga penyelesaian Tugas Akhir ini. Serta teman-teman lainnya, Anin, Safira, Firdha, Didi, Fida, Ndayu, Ndariz, Dlau, Inung, Popy, Visia, Gasila, Icho, Annisa, Nadya, Icha, Sarah, Rizka, Anda, Revian, Zikra, Dinda, Triajeng, Bina, Kartika, serta teman-teman lainnya yang selalu memberikan bantuan, motivasi, serta semangat selama menyelesaikan Tugas Akhir. Terakhir kepada teman-teman Statistika ITS Σ 26 yang telah memberikan makna kebersamaan dan rasa kekeluargaan selama 4 tahun ini.
8. Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini, besar harapan bagi Penulis untuk dapat menerima saran dan kritik yang bersifat membangun guna perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis, pembaca, dan semua pihak.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	iii
TITLE PAGE	v
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
Abstrak	ix
Abstract	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan.....	8
1.4 Manfaat.....	8
1.5 Batasan Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Tinjauan Statistika.....	11
2.1.1 Uji Korelasi <i>Pearson</i>	11
2.1.2 Uji Normal Multivariat.....	12
2.1.3 Diagram Kontrol M.....	14
2.1.4 Diagram Kontrol T^2 -Hotelling.....	14
2.1.5 Diagram Kontrol <i>Individual Moving Range</i> (I-MR)	16
2.1.6 Analisis Kapabilitas Proses.....	18
2.1.7 Diagram <i>Ishikawa</i> / Sebab-akibat.....	21
2.2 Tinjauan Non Statistika.....	22
2.2.1 Proses Produksi Lem PVac Tipe YP 30.....	22
2.2.2 Kadar Viskositas dan Solid.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Sumber Data.....	27
3.2 Variabel Penelitian.....	27

3.3	Struktur Data.....	27
3.4	Langkah Analisis	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Karakteristik Variabel Kualitas Lem PVac Tipe YP 30	31
4.2	Pemeriksaan Asumsi Normal dan Dependensi	32
4.3	Monitoring Kualitas Proses Produksi Lem Pvac Tipe YP30	33
4.3.1	Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol Multivariat.....	34
4.3.1.1	Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Terhadap Variabilitas Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol Multivariat M	34
4.3.1.2	Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Terhadap Rata-rata Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol T^2 -Hotelling	37
4.3.2	Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol Univariat	39
4.3.2.1	Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol I-MR Variabel Viskositas	40
4.3.2.2	Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol I-MR Variabel Solid.....	43
4.4	Analisis Kapabilitas Proses.....	48
4.5	Diagram Sebab Akibat.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagan Proses Produksi Lem PVac YP30.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Diagram Kontrol M Fase I.....	34
Gambar 4.2 Diagram Kontrol M Fase I Perbaikan I.....	36
Gambar 4.3 Diagram Kontrol M Fase I Perbaikan II	36
Gambar 4.4 Diagram Kontrol M Fase II.....	37
Gambar 4.5 Diagram kontrol T^2 -Hotelling Fase I.....	38
Gambar 4.6 Diagram kontrol T^2 -Hotelling Fase II	39
Gambar 4.7 Diagram Kontrol <i>Moving Range</i> Variabel Viskositas	40
Gambar 4.8 Diagram Kontrol <i>Moving Range</i> Variabel Viskositas Fase II.....	41
Gambar 4.9 Diagram Kontrol <i>Individual</i> Variabel Viskositas Fase I	42
Gambar 4.10 Diagram Kontrol <i>Individual</i> Variabel Viskositas Fase II.....	43
Gambar 4.11 Diagram Kontrol <i>Moving Range</i> Variabel Solid Fase I	44
Gambar 4.12 Diagram Kontrol <i>Moving Range</i> Variabel Solid Fase I Perbaikan I	45
Gambar 4.13 Diagram Kontrol <i>Moving Range</i> Variabel Solid Fase II	45
Gambar 4.14 Diagram Kontrol <i>Individual</i> Variabel Solid Fase I	46
Gambar 4.15 Diagram Kontrol <i>Individual</i> Variabel Solid Fase I Perbaikan I	47
Gambar 4.16 Diagram Kontrol <i>Individual</i> Variabel Solid Fase II	47
Gambar 4.17 Grafik Kapabilitas Proses Produksi Lem PVac YP30 Terhadap Tingkat Viskositas.....	49

Gambar 4.18	Grafik Kapabilitas Proses Produksi Lem PVac YP30 Terhadap Tingkat Solid.....	50
Gambar 4.19	Diagram Ishikawa Penyebab Ketidaksesuaian Produk PVac YP30.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	27
Tabel 3.2 Struktur Data Karakteristik Kualitas Produk Lem PVac Tipe YP30	27
Tabel 4.1 Karakteristik Variabel Kualitas.....	32
Tabel 4.2 Pemeriksaan Asumsi Dependensi.....	33
Tabel 4.3 Pemeriksaan Asumsi Normal Menggunakan <i>Shapiro- Wilk Test</i>	33
Tabel 4.4 Perhitungan MP_p dan MP_{pk}	51

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** Data Quality Control Lem PVac YP30
- Lampiran B** Syntax dan Hasil Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat Menggunakan *Software R*
- Lampiran C** Hasil Pengujian Asumsi Dependensi *Pearson* Menggunakan Software MINITAB
- Lampiran D** Tabel Nilai D_3 , D_4 dan d_2 untuk Diagram Kontrol I-MR
- Lampiran E** Hasil dari Perhitungan Manual Matriks V dan S Menggunakan *Excel* untuk Diagram Kontrol Multivariat M dan T^2 -*Hotelling* Fase I
- Lampiran F** Hasil dari Perhitungan Manual Matriks V dan S Menggunakan *Excel* untuk Diagram Kontrol Multivariat M dan T^2 -*Hotelling* Fase II
- Lampiran G** Hasil dari Perhitungan Manual Nilai Moving Range Menggunakan Excel untuk Diagram Kontrol I-MR Viskositas Fase I dan Fase II Belum Perbaikan
- Lampiran H** Hasil dari Perhitungan Manual Nilai Moving Range Menggunakan Excel untuk Diagram Kontrol I-MR Solid Fase I dan Fase II Belum Perbaikan
- Lampiran I** Surat Pernyataan Pengambilan Data
- Lampiran J** Surat Keterangan Validasi Data dan Publikasi

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kimia merupakan salah satu bidang industri yang cukup berkembang pesat di Indonesia, hal tersebut dikarenakan industri kimia padat akan teknologi dan memiliki nilai jual yang tinggi di pasar global. Lem merupakan salah satu contoh hasil produksi industri kimia yang hampir sebagian besar kebutuhan rumah tangga hingga kebutuhan perkantoran dan perindustrian berasal. Perkembangan industri lem saat ini menunjukkan bahwa lem menjadi kebutuhan bagi beberapa konsumen di pasar. Target dalam bisnis ini beragam sesuai dengan kebutuhan masing-masing konsumen. Kebutuhan konsumen yang beragam menjadikan perusahaan-perusahaan lem menciptakan berbagai jenis lem sesuai dengan kebutuhan konsumen.

Beragamnya permintaan dan persaingan yang semakin ketat dalam dunia industri lem membuat perusahaan memerlukan sebuah peningkatan monitoring dan pengendalian kualitas agar dapat mendominasi kebutuhan pasar serta mempertahankan loyalitas konsumen. Kualitas produk merupakan senjata strategis yang potensial untuk mengalahkan pesaing (Kotler, 2007). Dalam mempertahankan maupun meningkatkan kualitas suatu produk maka diperlukan inspeksi mengenai produk yang dirancang dan diproduksi harus sudah memenuhi persyaratan perusahaan untuk dapat dipasarkan ke konsumen. Menurut Russel dan Taylor (1996) pengendalian kualitas produksi suatu produk penting dilakukan perusahaan supaya dapat meningkatkan reputasi, meningkatkan pangsa pasar, adanya pertanggungjawaban produk & mewujudkan kualitas yang sesuai dengan batas spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan. Selain itu monitoring dan pengendalian kualitas atau *quality control* dapat digunakan untuk mengetahui penyebab terjadinya kesalahan proses produksi lebih awal (*early warning*), sehingga jika terjadi kerugian yang ditimbulkan akibat dari kesalahan tersebut perusahaan dapat memutuskan tindakan yang diambil secara tepat.

PT Trimitra Sejati Jaya merupakan perusahaan yang berdiri sejak tahun 2005 dan teletak di kompleks pergudangan industri permata gedangan blok AD No.1 Bohar, Taman, Sidoarjo. Perusahaan ini bergerak dalam bidang manufaktur lem/perekat untuk industri kayu dan kertas (Trimitra Sejati Jaya, 2019). Terdapat sekitar 60 karyawan yang dipekerjakan di PT Trimitra Sejati Jaya serta memproduksi dua produk utama yaitu PVac (*Polyvinyl acetate*) dan *Hotmelt*, selain itu terdapat produk lainnya yaitu EPI, EVA, PU, MUF, dll. Permintaan beberapa produk tersebut sudah tersebar luas dari Sabang hingga Marauke bahkan sudah merambah di pasar Internasional. Seiring berjalannya waktu perusahaan ini makin berkembang karena makin tinggi pula permintaan pasar, terutama untuk industri perkayuan, meubel, karton box & kemasan. Selain melayani konsumen kalangan industri besar, perusahaan ini juga melayani konsumen di kalangan *home* industri dan *retail* atau toko-toko.

Produk jenis *Hotmelt* merupakan jenis produk yang masih terbilang baru dibandingkan produk PVac yang sudah diproduksi dari awal berdirinya PT. Trimitra Sejati Jaya yang sebelumnya masih menjadi CV. Trimitra Jaya. Meskipun terbilang baru, jenis produk ini penjualannya tidak kalah tinggi dibandingkan jenis PVac. Lain halnya dengan jenis *Hotmelt*, produk lem jenis PVac memiliki konsumen yang tetap loyal dan makin terus bertambah. Bertahannya permintaan konsumen terhadap jenis produk lem PVac ini tentunya tidak terlepas dari monitoring kualitas proses produksi yang cukup ketat, untuk produk jenis ini memiliki berbagai macam tipe yang meliputi YP 30, YP 50, YP 26, YP 27, dan lainnya yang masing-masing memiliki kegunaan berbeda-beda. Diantara jenis produk lem tersebut, produk lem jenis PVac tipe YP 30 merupakan tipe paling banyak diminati konsumen karena selain dapat digunakan untuk perekat kayu, kertas, karton, lem tipe ini merupakan bahan pokok atau dasar untuk pembuatan jenis lem PVac lainnya.

Terdapat beberapa tahapan pada pembuatan produk lem PVac tipe YP 30, mulai dari yang pertama yaitu mempersiapkan alat pemantauan lalu dimulainya proses *mixing* dan pemanasan bahan baku dalam mesin reaktor hingga menjadi polimer atau yang

sudah bisa disebut PVac. Salah satu tahapan terpenting dari suatu produk ini adalah *quality control* dimana pada PT. Trimitra Sejati Jaya terdapat dua tahap *quality control*. Tahap pertama dilakukan oleh bagian administrasi produksi dengan pengujian berdasarkan kadar viskositas, solid, pH, suhu, *appearance*, dan film, selanjutnya menguji apakah dari kadar/variabel tersebut sudah memenuhi batas spesifikasi perusahaan atau belum, di mana keenam nya variabel pengukuran tersebut masing-masing memiliki batas spesifikasi yang sudah ditentukan perusahaan. Namun diantara keenamnya, viskositas dan solid merupakan variabel yang paling umum dan cenderung fluktuatif. Setelah dilakukan *quality control* tahap pertama dan memiliki hasil yang bagus atau adonan sudah memenuhi batas spesifikasi, maka dilakukan *mixing* dan pemanasan lagi hingga adonan bahan baku matang, namun jika hasil QC masih kurang, maka perlu ditambahkan sedikit dari bahan baku yang dianggap kurang atau dapat juga dilakukan penambahan suhu dan kemudian dilakukan *mixing* dan pemanasan lagi. Setelah adonan matang atau sudah menjadi PVac maka dilakukan QC lagi atau QC tahap kedua yang dilakukan seperti tahap QC pertama, namun pada tahap QC *result* ini jika pengujian tidak memenuhi batas spesifikasi maka adonan lem tersebut tetap dikemas kemudian disimpan di gudang sebagai barang belum lolos QC sedangkan jika sudah memenuhi batas spesifikasi maka PVac ini sudah siap dikemas dan dikirim ke industri-industri besar maupun kecil dan retail.

Di PT. Trimitra Sejati Jaya untuk monitoring kualitas proses produksi PVac tipe YP 30 hanya dilakukan sebatas pengukuran viskositas, solid, pH, suhu, *appearance*, dan film secara deskriptif atau dengan kata lain hanya melihat variabel-variabel tersebut telah sesuai dengan batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan atau belum, sehingga monitoring kualitas proses produksi produk di PT. Trimitra Sejati Jaya khususnya produk jenis lem PVac tipe YP 30 belum dilakukan secara statistik. Meskipun dengan menggunakan monitoring secara deskriptif tidak menyebabkan banyak produk keluar dari batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan, namun tidak dipungkiri hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan dan dapat menyebabkan suatu masalah. Apabila

karakteristik kualitas tersebut terlampaui jauh dari batas spesifikasi perusahaan maka akan menambah biaya operasional yang dikeluarkan. Oleh karena itu diperlukan suatu pengendalian kualitas proses produksi secara statistik agar didapatkan proses produksi yang terkendali dan terjadinya pergeseran proses dapat terdeteksi lebih cepat. Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan monitoring kualitas proses produksi PVac tipe YP 30 secara statistik berdasarkan pengukuran variabel viskositas dan solid di mana data yang diperoleh merupakan data QC tahap pertama. Pada perusahaan ini diharapkan semakin kental dan lengket untuk lem PVac YP30 ini semakin baik, dikatakan semakin kental dan lengket jika tingkat viskositas dan solidnya besar (masih dalam batas spesifikasi) serta suhu sekitar 25 °C, pH sekitar 4.5, *appearance* (kondisi fisik lem) atau komposisinya sesuai dan tidak *expired*, serta filmnya yaitu nampak lebih keruh.

Monitoring berupa pengendalian kualitas secara statistik pada penelitian ini menggunakan diagram kontrol (*control chart*). Diagram kontrol merupakan sebuah alat grafik yang digunakan untuk melakukan pengawasan dari sebuah proses yang sedang berjalan. Nilai dari karakteristik kualitas diplot sepanjang garis vertikal, dan garis horizontal mewakili sampel atau subgrup (berdasarkan waktu) di mana karakteristik dari kualitas ditemukan (Montgomery, 2013). Terdapat dua jenis diagram kontrol yaitu diagram kontrol univariat dan diagram kontrol multivariat. Diagram kontrol univariat digunakan untuk satu karakteristik kualitas, sedangkan diagram kontrol multivariat digunakan untuk dua atau lebih karakteristik kualitas (Heizer & Render, 2009). Terdapat dua variabel karakteristik proses yaitu viskositas dan solid yang akan dikendalikan secara statistik dengan serentak menggunakan diagram kontrol multivariat dan univariat. Sebelumnya mengenai diagram kontrol multivariat, Mason, Tracy dan Young (1995) menunjukkan bahwa kontribusi nilai T^2 -Hotelling pada diagram kontrol multivariat ternyata mampu memberikan informasi mengenai variabel-variabel tertentu yang mempunyai kontribusi terhadap sinyal *out-of-control* lebih baik dibandingkan diagram kontrol univariat. Melalui analisis matematis serta simulasi diketahui bahwa batas kontrol untuk

diagram kontrol univariat dalam mendeteksi pergeseran proses cukup luas sehingga masih kurang sensitif dalam mendeteksi kondisi pergeseran proses atau data *out-of-control*. Menurut Mac. Gregor dan Kourti (1995) metode diagram kontrol multivariat lebih efektif dan sensitif dibandingkan dengan diagram kontrol univariat karena jika digunakan diagram kontrol multivariat data yang memiliki variabel kualitas cukup banyak dapat dikendalikan secara simultan serta dapat mengekstrak informasi terhadap variabilitas proses produksi.

Penelitian mengenai monitoring berupa pengendalian kualitas secara statistik menggunakan diagram kontrol multivariat sebelumnya sudah pernah dilakukan. Penggunaan metode diagram kontrol T^2 -Hotelling dan *Generalized Variance* sebelumnya dilakukan oleh Try (2016) mengenai Analisis Kapabilitas Proses Produksi Plate Baja di PT. Gunawan Dianjaya Steel Tbk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses produksi plat baja pada periode dua minggu awal (Fase I) dan satu minggu terakhir (Fase II) pada bulan Januari 2016 baik variabilitas dan rata-rata sudah terkendali secara statistik meskipun masih terdapat satu hingga tiga dari 27 pengamatan yang masing di luar batas kendali selain itu dapat dikatakan bahwa proses produksinya sudah kapabel dengan dengan nilai indeks C_p masing-masing adalah 1,2991 dan 3,046 yang lebih dari satu, artinya proses produksi berjalan dengan baik dan sebaran data berada di dalam batas spesifikasi. Selanjutnya untuk penelitian sebelumnya menggunakan diagram kontrol univariat I-MR dilakukan oleh Juni Reza (2016) mengenai Aplikasi *Statistical Process Control* dalam Pengendalian Kadar Air dan Ukuran Partikel Flavor Bubuk di PT. Essence Indonesia. Hasil penerapan menunjukkan bahwa dengan diagram kontrol I-MR produk flavor bubuk yang memiliki kadar air dan ukuran partikel yang tidak sesuai dengan spesifikasi yaitu produk kategori rempah hasil produksi dengan *spray dryer* H₂ karena masih terdapat banyak titik yang diluar batas kendali. Faktor utama penyebab kadar air dan ukuran partikel yang tidak sesuai spesifikasi diidentifikasi menggunakan *tools* SPC seperti diagram sebab-akibat adalah faktor manusia, metode, alat, dan bahan. Hasil pengolahan data penyebab kadar air dan ukuran partikel yang tidak

sesuai dengan spesifikasi kemudian diperoleh diagram pareto yang menunjukkan bahwa *spray dryer* H₂ merupakan mesin yang paling bermasalah. Selanjutnya untuk membandingkan antara diagram kontrol multivariat dan univariat sebelumnya pernah dilakukan penelitian oleh Lellie (2011) dengan judul Pengendalian Kualitas “X” Menggunakan Grafik Pengendali T^2 -Hotelling Univariat dan Multivariat. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi diagram kontrol univariat untuk masing masing karakteristik (univariat), menunjukkan proses terkontrol untuk karakteristik pH, sedangkan untuk karakteristik brix terdapat dua sampel yang di luar kontrol yaitu sampel ke 50 dan 101. Grafik univariat untuk karakteristik vacuum menunjukkan satu sampel yang di luar kontrol yaitu sampel ke 57. Penerapan grafik pengendali T^2 -Hotelling multivariat untuk proses produksi “X” selama bulan Januari 2010 – Agustus 2010 menunjukkan terdapat 2 sampel yang berada di luar kontrol dengan batas pengendali atas 14,6064.

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini akan dilakukan monitoring kualitas proses produksi PVac tipe YP 30 menggunakan pengukuran variabel viskositas dan solid, karena kedua variabel tersebut yang paling umum dan cenderung fluktuatif. Dikatakan umum karena, pada umumnya seluruh perusahaan mengukur lem dari tingkat kecepatan lem untuk kering (solid) dan kekentalannya (viskositas), serta dikatakan fluktuatif jika dibandingkan dengan variabel lainnya viskositas dan solid cenderung memiliki nilai yang berubah-ubah dan nilainya beragam. Di samping itu kedua variabel tersebut saling berhubungan dan data pada pengamatan QC di perusahaan ini merupakan pengamatan individu atau subgroup hanya satu ($n = 1$). Pada penelitian ini data memenuhi asumsi normal, antar pengamatan saling independen dan antar variabel pengukuran saling dependen sehingga digunakan digunakan diagram kontrol multivariat T^2 -Hotelling untuk mengendalikan rata-rata proses produksi sedangkan untuk mengendalikan variabilitas proses produksi digunakan diagram kontrol M karena data bersifat individu atau $n=1$. Selain itu pada saat dilakukan monitoring diagram kontrol, untuk diagram kontrol T^2 -Hotelling dan M paling

sesuai karena saat diimplementasikan dan dibandingkan diagram kontrol multivariat lainnya yang terjadi *over fitting*. Kemudian digunakan pula diagram kontrol univariat *Individual Moving Range* (I-MR) untuk mengendalikan rata-rata dan variabilitas proses secara individu. Digunakan diagram kontrol I-MR karena pada data yang digunakan bersifat individu serta ingin diketahui jika terdapat data yang *out-of-control* apabila dikendalikan menggunakan diagram kontrol univariat dan multivariat apakah terdapat keterkaitan antar keduanya. Pada masing-masing penggunaan diagram kontrol multivariat maupun univariat untuk pengendalian proses produksi dapat dilihat pada fase I, sedangkan untuk mengetahui apakah terjadi pergeseran proses dianalisis pada fase II. Selanjutnya yaitu mengukur kemampuan proses tersebut dalam menghasilkan suatu produk dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan. Terakhir adalah digunakan diagram sebab akibat untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi variabel viskositas dan solid pada produk PVac tipe YP 30 yang keluar dari batas kendali sehingga dapat diketahui akar permasalahannya.

1.2 Rumusan Masalah

Produk PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya melalui beberapa tahapan proses produksi. Salah satu upaya yang dapat meminimumkan biaya kerugian perusahaan saat proses produksi adalah mengontrol kualitas proses produksi secara ketat. Namun pada perusahaan ini hanya dilakukan dengan cara manual dan belum dilakukan secara statistik. Oleh karena itu, perlu dilakukan monitoring kualitas secara statistik terhadap proses produksi lem produk PVac tipe YP 30 mengingat perusahaan belum pernah melakukan hal tersebut selama ini. Sehingga rumusan masalah yang muncul sebagai acuan untuk analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil monitoring kualitas dan pergeseran proses produksi jenis lem PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya menggunakan diagram kontrol univariat I-MR serta multivariat T^2 -Hotelling dan M ?

2. Seberapa baik kemampuan proses produksi dalam menghasilkan produk lem jenis PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya ?
3. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi produk lem jenis PVac tipe YP 30 keluar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PT. Trimitra Sejati Jaya?

1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang diambil adalah meliputi.

1. Mendapatkan informasi mengenai hasil monitoring kualitas dan pergeseran proses produksi jenis lem PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya menggunakan diagram kontrol univariat I-MR serta multivariat T^2 -Hotelling dan M .
2. Dapat mengetahui seberapa baik kemampuan proses produksi dalam menghasilkan produk lem jenis PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya.
3. Dapat mendeskripsikan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi produk lem jenis PVac tipe YP 30 keluar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PT. Trimitra Sejati Jaya.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi PT. Trimitra Sejati Jaya agar dapat mengetahui kualitas monitoring proses produksi dalam menghasilkan lem jenis PVac tipe YP 30 pada periode tanggal 02 Oktober 2018 hingga 09 Februari 2019. Di samping itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mengambil keputusan untuk melakukan peningkatan kualitas proses produksi lem jenis PVac tipe YP 30 di masa yang akan datang serta dapat mempertahankan persaingan dengan industri manufaktur lem lainnya di pasar lokal maupun global.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi proses produksi PVac tipe YP 30 dengan data yang digunakan merupakan data viskositas dan solid, di mana data tersebut diperoleh berdasarkan pengamatan dari bulan Oktober

2018 hingga awal bulan Februari 2019. Pada saat pengolahan data taraf signifikan yang digunakan adalah sebesar 0,0027 atau $\alpha = 0,27\%$.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Statistika

Bagian ini menjelaskan tentang beberapa teori statistika yang mendasari analisis pada praktikum ini.

2.1.1 Uji Korelasi *Pearson*

Pada penelitian ini karena hanya digunakan dua variabel karakteristik maka dilakukan uji dependensi menggunakan uji t dengan nilai korelasi *pearson*. Korelasi adalah istilah statistik yang menyatakan derajat hubungan linear antara dua variabel atau lebih, yang ditemukan oleh Karl Pearson pada awal 1900. Oleh sebab itu terkenal dengan sebutan *Korelasi Pearson Product Moment* (PPM). *Korelasi Pearson Product Moment* (PPM) sering disingkat korelasi merupakan salah satu teknik analisis statistik yang paling banyak digunakan untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan yang signifikan antara variabel satu dengan yang lainnya. Pearson pertama kali mengembangkan rumus secara matematika seperti berikut (Rodgers & Nicewander, 1988).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

r = Koefisien korelasi r ($-1 \leq r \leq +1$)

X = Karakteristik variabel pertama

Y = Karakteristik variabel kedua

Jika r bernilai $+1$ maka terdapat korelasi positif sempurna antar kedua variabel. Sebaliknya, jika r bernilai -1 berarti bahwa antar kedua variabel memiliki korelasi negatif sempurna. Sedangkan r bernilai 0 berarti bahwa tidak ada korelasi antara kedua variabel. Selanjutnya pengujian untuk menentukan keberartian koefisien korelasi maka digunakan uji signifikansi dari uji t .

Hipotesis :

H_0 : Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel

H_1 : Terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel

Statistik uji :

$$t_{hitung} = r \sqrt{\frac{m-2}{1-r^2}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

m = Jumlah pengamatan

Diperoleh keputusan tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha, (m-2)}$ dan $P\text{-value} < \alpha$.

2.1.2 Uji Normal Multivariat

Seringkali sebelum melakukan pemodelan statistik, penting untuk mengetahui apakah data yang sedang diamati memenuhi asumsi di bawah distribusi tertentu (Hajarisman, 2008). Karena dalam diagram kendali $T^2\text{-Hotelling}$ diasumsikan berdistribusi normal multivariat, maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap data yang akan dianalisis. Ada beberapa pengujian yang dapat dilakukan untuk melihat apakah data tersebut berdistribusi normal multivariat atau bukan, salah satunya adalah uji Shapiro-Wilk. Uji normal multivariat merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal secara multivariat atau tidak. Variabel x_1, x_2, \dots, x_p dikatakan berdistribusi normal *multivariat* dengan parameter μ dan Σ serta mempunyai *probability density function* berikut (Johnson & Wichern, 2007).

$$f(x_1, x_2, \dots, x_p) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^p |\Sigma|}} \exp^{-\frac{1}{2}[(x-\mu) \Sigma^{-1} (x-\mu)]} \quad (2.3)$$

Keterangan :

x = Vektor variabel respon

μ = Vektor rata-rata umum

Σ = Matriks varians kovarians

p = Banyaknya variabel prediktor

Statistik uji untuk Shapiro-Wilk secara univariat dilakukan menggunakan rumus W_k . Langkah-langkah untuk menghitung W_k adalah

- i. Mengurutkan data pengamatan $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$.
- ii. Menghitung nilai S^2 dengan m merupakan banyaknya observasi dan n adalah banyaknya subgroup

$$S^2 = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x}) \quad (2.4)$$

- iii. a.) Jika m genap, $n=m/2$, maka

$$b = \sum_{i=1}^m a_{m-i+1} (x_{m-i+1} - x_{ik}) \quad (2.5)$$

- b.) Jika m ganjil, $n=(m-1)/2$, maka

$$b = a_m (x_m - x_1) + \dots + a_{n+2} (x_{n+2} - x_n) \quad (2.6)$$

Di mana nilai x_{n+1} adalah median dan nilai a adalah koefisien tabel *Normality Test*.

- iv. Menghitung Nilai W

$$W_k = \frac{b^2}{S^2} \quad (2.7)$$

Selanjutnya pengujian *Shapiro-Wilk* menggunakan hipotesis seperti berikut (Alva & Estrada, 2009).

Hipotesis

H_0 : data berdistribusi normal multivariat

H_1 : data tidak berdistribusi normal multivariat

Taraf signifikan : α

Kemudian untk menghitung statistik uji secara multivariat dengan:

$$W^* = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p W_k \quad (2.8)$$

Variabel dikatakan mengikuti distribusi normal multivariat jika nilai statistik uji mendekati 1, sebaliknya jika nilai statistik uji kecil atau jauh dari 1 maka dikatakan tidak mengikuti distribusi normal multivariat. Selain itu data dapat dikatakan berdistribusi

normal multivariat jika $P\text{-value} > \alpha$ pada taraf signifikansi (Alva & Estrada, 2009).

2.1.3 Diagram Kontrol M

Diagram kontrol M merupakan diagram kontrol yang cukup ampuh untuk mendeteksi pergeseran proses yang kecil dan merupakan salah satu alat untuk pengendali variabilitas proses dimana data pengamatan bersifat multivariat. Diagram kontrol multivariat yang diusulkan sebagian besar didasarkan pada *successive difference* antara pengamatan dan didasarkan pada data yang tidak memiliki subgrup subgrup ($n=1$). Misalkan Σ_0 mewakili nilai *in-control* maka statistik uji yang digambarkan di mana $r = 2, 3, \dots, m$ adalah sebagai berikut (Khoo, 2003).

$$M_r = \frac{1}{2}(X_r - X_{r-1})' \Sigma_0^{-1} (X_r - X_{r-1}) \quad (2.9)$$

Keterangan :

Σ_0 = Matriks kovarians *in-control*

Dengan batas kontrol untuk diagram kontrol M adalah

$$\text{BKA} = \chi_{p,(1-\alpha)} \quad (2.10)$$

$$\text{Garis Tengah} = \bar{M} \quad (2.11)$$

$$\text{BKB} = \chi_{p,\alpha} \quad (2.12)$$

Dimana untuk α merupakan taraf signifikansi kesalahan tipe I yaitu 0,27%. Jika nilai statistik uji diagram kontrol M berada di luar batas kontrol atas maupun bawah maka proses dianggap berada di luar kontrol (Khoo, 2003).

2.1.4 Diagram Kontrol T^2 -Hotelling

Diagram kontrol T^2 -Hotelling merupakan salah satu diagram kontrol multivariat yang mengontrol vektor rata-rata suatu proses dan memiliki analogi dengan diagram kontrol univariat *shewhart* (Montgomery, 2013). Diagram kontrol ini digunakan pada data lebih dari satu variabel yang saling berhubungan. Diagram kontrol multivariat dengan pengamatan individu biasa dijumpai diproses kimia ataupun diproses produksi dengan ukuran subgrup $n = 1, m$ banyak pengamatan, dan p jumlah karakteristik kualitas yang diamati. Sedangkan \bar{x} merupakan vektor rata-rata pengamatan karakteristik kualitas dan S^{-1} merupakan invers matriks kovarians

Rumus yang digunakan untuk menghitung T^2 -Hotelling dengan subgrup individu adalah sebagai berikut.

Statistik uji T^2 -Hotelling:

$$T^2 = (x - \bar{x})' \mathbf{S}^{-1} (x - \bar{x}) \quad (2.13)$$

Dengan *successive difference* diagram kontrol T^2 -Hotelling individu dihitung dengan rumus.

$$S = \frac{\mathbf{V}'\mathbf{V}}{2(m-1)} \quad (2.14)$$

Di mana,

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_{m-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (x_2 - x_1)' \\ (x_3 - x_2)' \\ \vdots \\ (x_{i+1} - x_i)' \end{bmatrix}, i = 1, 2, \dots, m-1.$$

\mathbf{V} adalah vektor selisih antara vektor data ke- i dan vektor data ke- $i+1$. Selanjutnya, untuk batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) untuk diagram kontrol T^2 Hotelling adalah sebagai berikut (Montgomery, 2013):

$$\text{BKA} = \frac{(m-1)^2}{m} B^{-1} \left(\alpha, \frac{p}{2}, \frac{Q-p-1}{2} \right) \quad (2.15)$$

$$\text{BKB} = 0 \quad (2.16)$$

Dengan,

$$Q = \frac{2(m-1)^2}{(3m-4)} \quad (2.17)$$

Keterangan :

m = banyaknya pengamatan ($i = 1, 2, \dots, m$)

p = banyaknya variabel karakteristik kualitas ($j = 1, 2, \dots, p$)

$B^{-1} \left(\alpha, \frac{p}{2}, \frac{Q-p-1}{2} \right)$ = merupakan nilai yang diperoleh dari tabel distribusi

Beta dengan derajat bebas $\frac{p}{2}, \frac{Q-p-1}{2}$ atau inverse kumulatif

distribusi beta dengan parameter bentuk pertama α dan parameter bentuk kedua β .

Jika terdapat satu atau beberapa data yang *out of control*, maka perlu dilakukan identifikasi variabel penyebab terjadinya sinyal. Identifikasi tersebut dilakukan agar perbaikan proses akan mencapai sasaran yang tepat. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam mendiagnosis sinyal tersebut adalah menguraikan statistik T^2 ke dalam komponen-komponen yang menunjukkan kontribusi dari masing-masing variabel yang dapat dituliskan dengan rumus berikut (Montgomery, 2013).

$$d_i = T^2 - T_i^2 \quad (2.18)$$

Keterangan :

T^2 = nilai statistik

T_i^2 = nilai statistik untuk semua variabel proses tanpa variabel ke- j

d_i = indikator kontribusi relatif dari variabel ke- i untuk keseluruhan statistik.

Dengan perhitungannya nilai T^2 sesuai dengan persamaan (2.13). Perbaikan proses difokuskan pada variabel yang memiliki nilai d_i . dimana variabel yang memiliki nilai d_i yang paling besar dihitung terlebih dahulu. Jika $d_i > \chi_{\alpha,1}^2$ maka variabel ke- i tersebut adalah penyebab *out of control* (Montgomery,2013).

2.1.5 Diagram Kontrol *Individual Moving Range* (I-MR)

Peta pengendali *Individual Moving Range* (I-MR) digunakan jika jumlah observasi dari masing-masing subgrup hanya satu ($n=1$). I-MR biasanya digunakan dalam situasi sebagai berikut:

1. Menggunakan teknologi pengukuran dan inspeksi otomatis, dan setiap unit yang diproduksi dapat dianalisis sehingga tidak ada dasar untuk pengelompokan rasional ke dalam subgroup.
2. Siklus produksi sangat lama, dan menyulitkan jika mengumpulkan sampel sebanyak $m > 1$.
3. Pengukuran berulang pada proses akan berbeda karena faktor kesalahan (*error*) lab atau analisis, seperti pada proses kimia.

4. Beberapa pengukuran diambil pada unit produk yang sama, seperti mengukur ketebalan oksida di beberapa lokasi yang berbeda pada sebuah wafer di fabrikasi alat semikonduktor.
5. Dalam pabrik-pabrik proses tertentu, seperti pabrik kertas, pengukuran pada beberapa parameter seperti ketebalan lapisan di seluruh gulungan kertas akan berbeda sangat sedikit dan menghasilkan standar deviasi yang jauh terlalu kecil.

Diagram kontrol I-MR merupakan gabungan dari diagram kontrol I (*Individual*) yang menampilkan angka hasil pengukuran, dan diagram kontrol MR (*Moving Range*) yang menampilkan perbedaan angka dari pengukuran yang satu ke pengukuran selanjutnya. Dalam menginterpretasikan pola grafik *Individual*, pertama-tama harus ditentukan apakah diagram kontrol MR terkendali atau tidak. Untuk itu tidak diperbolehkan menginterpretasikan diagram kontrol *Individual* jika diagram kontrol MR belum terkendali (Montgomery, 2013).

Diagram kontrol *Moving Range* yang digunakan dalam diagram kontrol *individual* adalah rentang antara dua observasi yang berurutan. Dari jarak tersebut kemudian dijumlahkan untuk mencari jarak rata-ratanya:

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (2.19)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=2}^m R_i}{m-1} \quad (2.20)$$

Di mana:

x_{\max} = nilai dari data atau observasi ke- i terbesar diantara i dengan $i-1$ dimana $i = 2,3,4,\dots,n$

x_{\min} = nilai dari data atau observasi ke- i terkecil diantara i dengan $i-1$ dimana $i = 2,3,4,\dots,n$

\bar{R} = Rata-rata selisih

m = banyaknya observasi

Parameter peta pengendali *Moving Range* bentuk sederhana adalah:

$$BKA = D_4\bar{R} \quad (2.21)$$

$$\text{Garis tengah} = \bar{R} \quad (2.22)$$

$$\text{BKB} = D_3 \bar{R} \quad (2.23)$$

dimana nilai D_3 dan D_4 dapat dilihat pada tabel diagram kontrol variabel.

Banyak keadaan yang menggunakan ukuran sampel $m = 1$ untuk pengendalian proses. Ini sering kali terjadi apabila digunakan teknologi pemeriksaan dan pengukuran otomatis dan setiap unit yang diproduksi diperiksa atau apabila pengukuran-pengukuran berulang hanya berbeda karena kesalahan laboratorium atau analisis, seperti dalam banyak proses kimia. Dalam hal seperti itu, grafik pengendali unit *individual* sangat berguna. Prosedur pengendalinya menggunakan rentang bergerak dua observasi yang berurutan guna menaksir variabilitas proses. Mungkin juga untuk membentuk grafik pengendali rentang bergerak dua observasi berurutan.

Rata-rata sampel dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m} \quad (2.24)$$

keterangan :

\bar{x} : Mean atau rata - rata

m : Banyaknya observasi

$\sum_{i=1}^m x_i$: Jumlah data yang diperoleh.

Parameter diagram kontrol pengukuran *individual* adalah :

$$\text{BKA} = \bar{x} + 3\sigma = \bar{x} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2.25)$$

$$\text{Garis tengah} = \bar{x} \quad (2.26)$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - 3\sigma = \bar{x} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2.27)$$

dimana nilai d_2 dapat dilihat pada tabel diagram kontrol variabel.

2.1.6 Analisis Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses untuk beroperasi sesuai dengan standar yang ditentukan oleh suatu

perusahaan (Montgomery,2013). Dalam melihat kapabilitas proses maka diperlukan suatu ukuran kuantitatif proses yaitu indeks kapabilitas proses. Dengan menggunakan indeks kapabilitas, maka dapat mengukur suatu kualitas. Semakin besar indeks kapabilitasnya maka semakin baik pula kualitasnya. Oleh karena itu dibutuhkan usaha untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus agar dapat membuat indeks kapabilitas tersebut meningkat sebesar mungkin. Terdapat beberapa indeks kapabilitas yaitu meliputi C_p , C_{pk} , P_p , P_{pk} dan PPM. Untuk C_p dan P_p merupakan indeks kapabilitas potensial. Perbedaan dari indeks C dan P adalah jika indeks C hanya memperhatikan sampel data sedangkan indeks P memperhatikan populasi data. Perbedaan lainnya adalah indeks C merupakan indeks jangka pendek sedangkan indeks P merupakan indeks jangka panjang.

Indeks kapabilitas yang disarankan oleh *Automotive Industry Action Group* (AIAG) untuk proses dalam keadaan *in-control* adalah C_p dan C_{pk} , sedangkan untuk proses yang tidak dalam keadaan *in control*, digunakan indeks *performance process* P_p dan P_{pk} (Montgomery, 2013). Perhitungan indeks P_p menggunakan rumus seperti berikut.

$$P_p = \frac{BSA - BSB}{6s} \quad (2.28)$$

$$P_{PU} = \frac{BSA - \bar{x}}{3s} \quad (2.29)$$

$$P_{PL} = \frac{\bar{x} - BSB}{3s} \quad (2.30)$$

$$P_{PK} = \min \{ P_{PU}, P_{PL} \} \quad (2.31)$$

Keterangan :

P_p = indeks performance proses

P_{PK} = indeks aktual proses

P_{PU} = indeks potensial proses satu sisi (batas atas saja)

P_{PL} = indeks potensial proses satu sisi (batas bawah saja)

\bar{x} = rata-rata proses

x_i = pengamatan ke- i

s_k = standard deviasi

BSA = batas spesifikasi atas

BSB = batas spesifikasi bawah

terdapat tiga keadaan berdasarkan nilai yang diperoleh antara lain.

1. Jika nilai P_{pk} atau $P_p > 1$, maka proses mempunyai tingkat akurasi atau presisi tinggi sehingga dikatakan kapabel dengan unit cacat yang di produksi relatif sedikit.
2. Jika nilai P_{pk} atau $P_p = 1$, maka proses hanya memenuhi batas-batas spesifikasi. Peningkatan sedikit dari variabilitas proses akan berakibat pada produk yang kualitasnya berada di luar batas-batas spesifikasi.
3. Jika nilai P_{pk} atau $P_p < 1$, maka proses mempunyai tingkat akurasi atau presisi rendah sehingga proses dikatakan tidak kapabel dan terdapat cukup banyak unit cacat yang terbentuk.

Dalam penelitian ini, digunakan dua karakteristik kualitas, maka indeks *performance process* secara multivariat cocok digunakan terutama dengan mempertimbangkan tidak diketahuinya nilai pembobot dari masing-masing karakteristik kualitas, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Raissi, 2009).

$$MP_p = \sum_{j=1}^p W_j P_p (X_k) \quad (2.32)$$

$$MP_{pk} = \sum_{j=1}^p W_j P_{pk} (X_k) \quad (2.33)$$

Di mana MP_p , MP_{pk} berturut-turut merupakan bentuk P_p , P_{pk} dalam keadaan multivariat dengan W_j merupakan pembobot berdasarkan kepentingan dengan $\sum_{j=1}^p W_j = 1$. Nilai W_j disesuaikan dengan pembobot karakteristik kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan. Jika tidak ada pembobotan untuk masing-masing karakteristik kualitas (sama halnya dengan P_{pk} yang telah dijelaskan sebelumnya) maka nilai pembobot dianggap sama.

2.1.7 Diagram *Ishikawa*/ Sebab-akibat

Diagram Ishikawa (diagram tulang ikan/*cause-and-effect matrix*) adalah diagram yang menunjukkan penyebab-penyebab dari sebuah even yang spesifik. Diagram ini pertama kali diperkenalkan oleh *Kaoru Ishikawa*. Diagram Ishikawa dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang signifikan memberi efek terhadap sebuah kejadian, mulai dari faktor-faktor yang paling menyebabkan suatu masalah hingga yang tidak menyebabkan suatu masalah terjadi. Diagram ini sangat praktis dilakukan dan dapat mengarahkan satu tim untuk terus menggali suatu permasalahan. Penyebab terjadinya masalah pada umumnya adalah 4M+L yaitu mesin, material, manusia, metode, dan lingkungan. Sehingga menemukan penyebab utama atau akar dari permasalahan (Ariani, 2003). Penjelasan lima elemen dari diagram Ishikawa adalah sebagai berikut (Montgomery, 2013).

- a. Manusia (*man*), karyawan atau operator berperan sangat besar di dalam pelaksanaan proses produksi karena mereka yang berhubungan langsung dengan mesin dan bahan baku. Tingkat kedisiplinan dan keahlian operator juga menjadi faktor yang penting untuk diperhatikan.
- b. Mesin (*machine*), merupakan faktor yang cukup penting karena berhubungan langsung dengan bahan baku yang akan diolah dan proses *setting* mesin juga merupakan salah satu hal yang cukup penting untuk diperhatikan.
- c. Bahan baku (*material*), faktor material dapat mempengaruhi hasil akhir dari produk dan dapat juga mengakibatkan kecacatan.
- d. Metode (*method*), kesalahan metode dapat mengakibatkan hasil akhir yang cacat atau tidak sesuai dengan yang seharusnya dibuat.
- e. Lingkungan (*environment*), faktor lingkungan dapat mempengaruhi kondisi material yang akan diproses atau mempengaruhi orang atau karyawan dalam melaksanakan proses produksi.

2.2 Tinjauan Non Statistik

Tinjauan non statistik pada penelitian ini meliputi proses produksi lem PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya serta kadar viskositas dan soliditas. Tinjauan non statistik sendiri merupakan dasar utama yang bersifat umum atau di luar ilmu statistik.

2.2.1 Proses Produksi Lem PVac Tipe YP 30

Proses produksi lem PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya melalui beberapa tahapan pengolahan dari bahan baku hingga menjadi YP 30 yang sudah dikemas dan siap didistribusikan.

a. Persiapan Umum (Sebelum Proses)

Membersihkan lingkungan di sekitar proses produksi lalu memeriksa serta menyiapkan alat pemantauan dan pengukuran (timbangan, termometer, dll) secara bersih dan akurat. Kemudian memeriksa kondisi *supporting* proses (*utility*) termasuk sumber daya listrik, air dan udara.

b. Proses Operasional

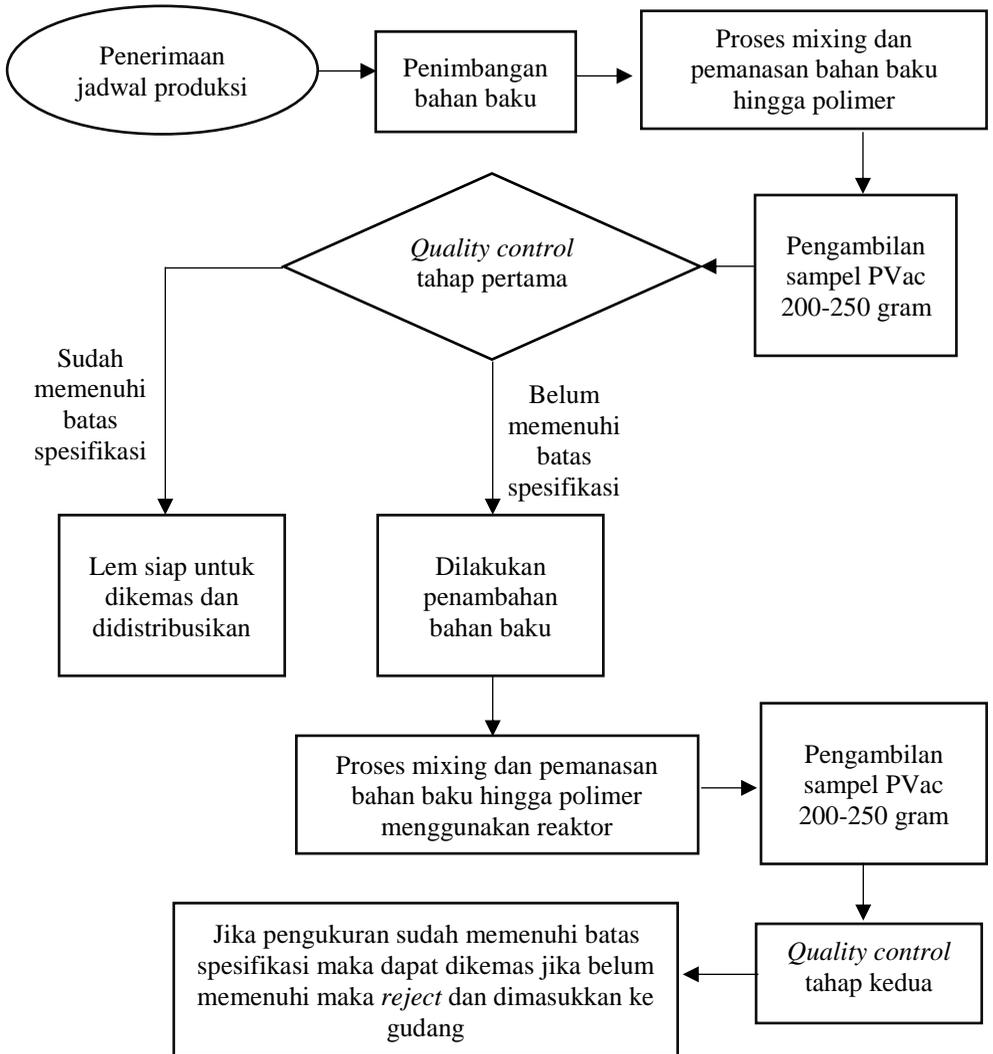
Mempersiapkan alat-alat seperti suhu *heater*, oil *heater*, solar level, bahan baku siap sesuai kertas produksi, *cooling* tower dan reaktor, panel listrik.

c. Proses Produksi

Berikut merupakan tahap proses produksi lem PVac Tipe YP 30

1. Penerimaan *schedule* produksi dari PPIC lalu ditempel di tempat produksi.
2. Melakukan timbang ulang untuk penerimaan barang berdasarkan kertas produksi tentang kesuaian berat per item bahan baku, serta melakukan timbang ulang pada bahan baku jenis kemasan dalam satuan drum karena terdapat bahan baku yang beratnya mudah susut pada saat penyimpanan dalam gudang.
3. Setelah semua alat dan bahan baku sudah siap maka dilanjutkan dengan proses *mixing* sekaligus pemanasan bahan baku menggunakan mesin reaktor. Proses ini memakan waktu sekitar 18 hingga 24 jam hingga adonan bahan baku lem menjadi polimer (PVac).

4. Sebelum bahan baku benar-benar menjadi PVac maka dilakukan *quality control* tahap pertama dengan pengambilan sampel sebanyak 200 hingga 250 gram dari 3 ton adonan bahan baku yang sedang diproses untuk di uji tingkat viskositas, solid, pH, suhu, *appearance*, dan film. Pada masing-masing pengujian tingkat/kadarnya memiliki batas spesifikasi berbeda-beda yang sudah ditetapkan oleh perusahaan untuk setiap produk. Diantara semua variabel yang diukur, variabel viskositas dan solid merupakan variabel yang paling umum dan cenderung fluktuatif. Pada produk PVac Tipe YP 30 untuk variabel viskositas diuji menggunakan viscometer dan variabel ini memiliki batas spesifikasi antara 50.000 – 60.000 Cps, sedangkan untuk solid yang diukur menggunakan mesin oven dan memiliki batas spesifikasi $\pm 30\%$.
5. Setelah dilakukan *quality control* tahap pertama dan memiliki hasil yang adonan sudah memenuhi batas spesifikasi, maka dapat langsung dikemas dan siap untuk didistribusikan, namun jika hasil QC masih kurang, maka perlu ditambahkan sedikit dari bahan baku yang dianggap kurang atau dapat juga dilakukan penambahan suhu dan kemudian dilakukan *mixing* dan pemanasan lagi hingga menjadi polimer (PVac).
6. Setelah adonan matang atau sudah menjadi PVac maka dilakukan QC lagi seperti tahap QC sebelumnya, namun pada tahap QC *result* ini jika pengujian tidak memenuhi batas spesifikasi maka adonan lem tersebut tetap dikemas dan disimpan sebagai barang belum lolos QC sedangkan jika sudah memenuhi batas spesifikasi maka PVac ini sudah siap dikemas dan dikirim ke industri-industri besar maupun kecil dan retail. Berikut merupakan bagan dari proses produksi lem PVac YP30



Gambar 2.1 Bagan Proses Produksi Lem PVac YP30

2.2.2 Kadar Viskositas dan Solid

Saat proses *quality control* terdapat 6 kadar yang perlu diukur yaitu meliputi tingkat viskositas, solid, pH, suhu, *appearance*, dan film. Diantara semua variabel ini, variabel viskositas dan solid merupakan variabel yang paling umum dan cenderung fluktuatif.

a. Viskositas

Viskositas adalah ukuran resistensi zat cair untuk mengalir. Semakin tinggi viskositas suatu zat cair, maka akan semakin kental aliran zat cair tersebut. Suatu zat cair dengan viskositas tinggi, seperti molase, dalam suhu kamar dikatakan kental. Viskositas zat cair adalah suatu indikasi dari kekuatan gaya-gaya di antara molekul-molekulnya. Gaya antar molekul yang kuat saling menarik molekul dan tidak akan membiarkan mereka berpindah tempat dengan mudah (Atkins, 2007). Cara untuk mengukur viskositas adalah menggunakan alat yang bernama viskometer dibantu dengan alat yang bernama spindel untuk mengaduk adonan. Ukuran spindel yang digunakan beragam yaitu dari yang berukuran diameter 1 cm – 7 cm, semakin kental adonan maka diameter spindel yang digunakan harus semakin kecil, dan sebaliknya.

b. Solid

Solid atau kecepatan zat atau adonan untuk kering dan menjadi lebih kental ataupun padat. Cara untuk mengukur ke solid-an suatu adonan lem yaitu menggunakan oven dengan suhu sekitar 150°C selama 30 menit dengan perhitungan

$$\frac{\text{berat adonan setelah dioven} - \text{berat kosong (aluminium foil)}}{\text{berat awal sebelum dioven} - \text{berat kosong (aluminium foil)}} \times 100\%$$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berdasarkan *product test result* atau *quality control* tahap pertama yang dilakukan oleh bagian divisi admin produksi di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo yang terletak di Komplek Pergudangan dan Industri Permata Gedangan Blok AD No 1 Bohar Taman - Sidoarjo. Dan data tersebut diperoleh sebanyak 57 data dari hasil pengamatan pada periode 2 Oktober 2018 – 9 Februari 2019.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan	USL/LSL
X_1	Viskositas	<i>Centi Poise</i> (Cps)	50.000-60.000
X_2	Solid	Persen (%)	$30 \pm 1\%$

3.3 Struktur Data

Struktur dari data yang akan digunakan pada penelitian ini di mana m merupakan banyaknya observasi atau sebanyak 57 observasi seperti berikut:

Tabel 3.2 Struktur Data Karakteristik Kualitas Produk Lem PVac Tipe YP30

Pengamatan ke-	Karakteristik Kualitas	
	X_1	X_2
1	X_{11}	X_{12}
2	X_{21}	X_{22}
⋮	⋮	⋮
i	X_{i1}	X_{i2}
⋮	⋮	⋮
m	X_{m1}	X_{m2}

Keterangan :

X_{ik} = Nilai untuk karakteristik kualitas ke- k pada pengamatan ke- i

i = 1,2,..., m dimana m = banyak observasi

X_1 = Kadar viskositas

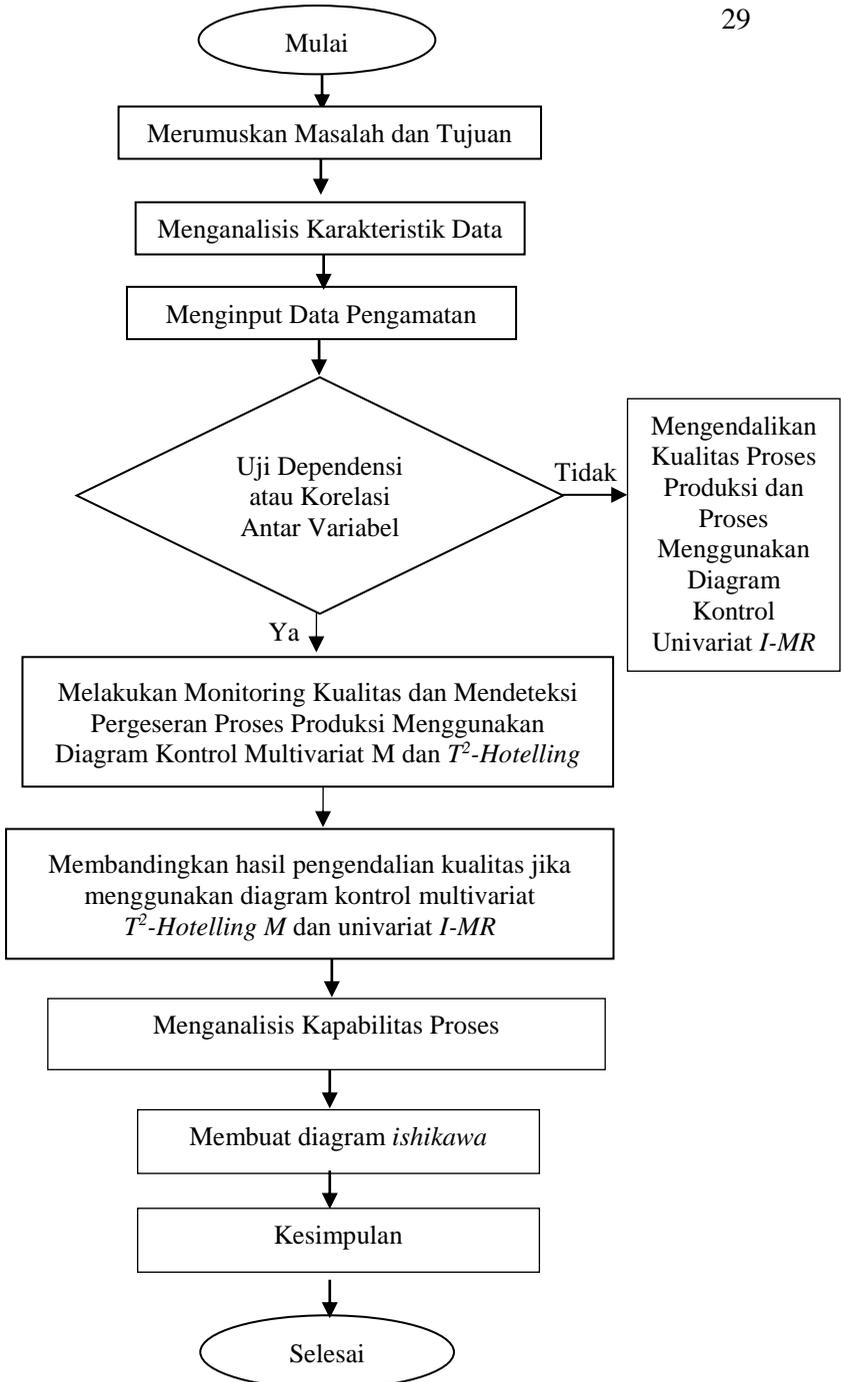
X_2 = Kadar solid

3.4 Langkah Analisis

Berikut ini adalah langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian

1. Merumuskan masalah dan tujuan penelitian.
2. Menginput dan merapikan data yang diperoleh dari divisi admin produksi di PT. Trimitra Sejati Jaya.
3. Mengetahui karakteristik data kadar viskositas dan solid pada data pengamatan lem PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo.
4. Melakukan pemeriksaan asumsi normal dan pengujian asumsi dependensi kadar viskositas dan solid pada data QC lem PVac tipe YP 30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo.
5. Melakukan monitoring variabilitas dan rata-rata proses produksi pada fase I serta menganalisis pergeseran proses pada fase II secara statistik pada kadar viskositas dan solid pada data pengamatan lem PVac tipe YP 30 menggunakan diagram kontrol multivariat M dan T^2 -Hotelling.
6. Melakukan monitoring variabilitas dan rata-rata proses produksi pada fase I serta menganalisis pergeseran proses pada fase II secara statistik pada kadar viskositas dan solid pada data pengamatan lem PVac tipe YP 30 menggunakan diagram kontrol univariat *Individual Moving Range*.
7. Menganalisis kapabilitas proses kadar viskositas dan solid pada data pengamatan lem PVac tipe YP 30 dengan menghitung nilai MP_{pk} dan MP_p dari perolehan nilai P_{pk} dan P_p .
8. Membuat diagram ishikawa pada data pengamatan lem PVac tipe YP 30.
9. Menarik kesimpulan dan saran.

Selanjutnya berdasarkan langkah analisis di atas maka diperoleh diagram alir yang menggambarkan alur perjalanan pembuatan penelitian. Berikut adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

PT Trimitra Sejati Jaya mempunyai dua produk utama yaitu PVac (Polyvinyl acetate) dan *Hotmelt*. Produk lem jenis PVac tipe YP 30 merupakan tipe paling banyak diminati konsumen. Salah satu tahap terpenting pada proses produksi adalah pengujian atau *quality control* berdasarkan kadar viskositas, solid, pH, suhu, appearance, dan film. Namun diantara variabel pengukuran tersebut, viskositas dan solid merupakan variabel yang paling umum dan cenderung fluktuatif. Batas spesifikasi perusahaan untuk variabel viskositas adalah sebesar 50.000-60.000 Cps, sedangkan untuk solid adalah sebesar $30 \pm 1\%$.

Di perusahaan ini untuk monitoring kualitas (*quality control*) proses produksi PVac tipe YP 30 hanya dilakukan sebatas pengukuran variabel karakteristik secara deskriptif, sehingga monitoring kualitas proses produksi produknya belum dilakukan secara statistik. Oleh karena itu diperlukan suatu monitoring kualitas proses produksi secara statistik agar dapat memonitoring proses produksi dan terjadinya pergeseran proses dapat terdeteksi lebih ketat. Karena jika semakin ketat dilakukan monitoring proses maka akan semakin baik pula dalam meminimalisir kerugian perusahaan untuk *early warning* sinyal *out-of-control*.

4.1 Karakteristik Variabel Kualitas Lem PVac Tipe YP 30

Produk lem PVac tipe YP30 di PT Trimitra Sejati Jaya didistribusikan ke industri kecil hingga industri besar, sebelum didistribusikan tentu dilakukan monitoring berupa pengendalian kualitas (*quality control*) mengenai produk tersebut sehingga diperoleh data yang terdapat di lampiran 1. Selanjutnya diperoleh deskripsi atau karakteristik data *quality control* guna mengetahui gambaran umum tentang variabel viskositas dan solid seperti pada Tabel 4.1

Berdasarkan Tabel 4.1 terlihat bahwa rata-rata viskositas lem PVac tipe YP30 adalah 57.772 *Centi Poise* (Cps). Jika dilihat dari rata-rata per satuan Cps tersebut, dapat dikatakan bahwa nilai ini masih berada di dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan. Lain halnya untuk nilai minimum dari variabel

karakteristik viskositas yaitu sebesar 47.000 Cps sedangkan untuk nilai maksimum sebesar 86.000 Cps, dimana nilai keduanya berada di luar batas spesifikasi perusahaan. Nilai varians pada variabel viskositas yaitu sebesar 170.679.198 Cps dapat dikatakan bahwa nilai tersebut cukup besar jika dibandingkan dengan varians dari variabel solid. Hal tersebut menandakan bahwa variabel viskositas untuk produk lem PVac tipe YP30 periode bulan Oktober 2018-Februari 2019 cenderung heterogen, karena jarak antar data relatif beragam. Selain itu juga dapat dilihat bahwa varians variabel viskositas lebih besar dibandingkan nilai rata-ratanya. Artinya variabel viskositas memiliki kemungkinan bahwa data tidak berdistribusi normal. Hal ini bisa dikarenakan data pengamatan yang digunakan kurang banyak atau terdapat kesalahan pada saat pencatatan data, baik dari segi alat ukur yang digunakan maupun cara pengambilan sampel.

Tabel 4.1 Karakteristik Variabel Kualitas

Variabel	Mean	Var	Min	Maks	Spesifikasi
Viskositas	57.772	170.679.198	47.000	86.000	50.000-60.000 Cps
Solid	29,680	1,038	27,500	32,510	30 ± 1%

Kemudian untuk variabel solid diperoleh nilai rata-rata, nilai minimum, dan nilai maksimum yaitu masing-masing sebesar 29,6%, 27,5%, dan 32,51%. Dimana nilai tersebut masih berada di luar batas spesifikasi perusahaan. Namun jika dilihat dari varians yang dihasilkan, menunjukkan nilai yang cukup kecil jika dibandingkan varians ukuran viskositas sebesar 1,038, yang artinya data yang digunakan cukup homogen dan jarak antar data relatif kecil.

4.2 Pemeriksaan Asumsi Normal dan Dependensi

Variabel penentu karakteristik kualitas yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu viskositas dan solid, sehingga untuk memeriksa apakah antar variabel tersebut saling dependen digunakan uji korelasi *pearson*. Berdasarkan persamaan (2.2), didapatkan nilai r sebesar 0,493 sehingga untuk nilai t_{hitung} diperoleh sebesar 4,202 dengan derajat bebas 55 dan α sebesar 0,0027 seperti yang tertera pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Pemeriksaan Asumsi Dependensi

Metode	<i>P-value</i>	<i>t_{hitung}</i>	<i>t_{0,0027;55}</i>
<i>Pearson correlation test</i>	0	4,202	-2,896

Berdasarkan hipotesis yang terdapat pada bab 2.1 Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai *t_{hitung}* yang dihasilkan lebih besar dari nilai *t_{tabel}*, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua variabel tersebut saling dependen. Selain itu diperkuat dengan nilai *p-value* sebesar 0, dimana nilai tersebut kurang dari α , sehingga didapatkan kesimpulan yang sama bahwa kedua variabel tersebut saling dependen.

Selanjutnya untuk pemeriksaan asumsi normal multivariat dilakukan untuk menguji apakah data secara multivariat berdistribusi normal atau tidak. Melalui uji *Shapiro-Wilk* dengan menggunakan *software RStudio* pada variabel viskositas dan solid pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 periode bulan Oktober 2018-Februari 2019 maka diperoleh hasil seperti berikut.

Tabel 4.3 Pemeriksaan Asumsi Normal Menggunakan *Shapiro-Wilk Test*

Nilai <i>Shapiro-Wilk's (W_x)</i>	<i>P-value</i>	α
0,93312	0,003619	0,0027

Berdasarkan persamaan (2.3) didapatkan nilai W_x sebesar 0,971 yang mendekati nilai 1 serta nilai *p-value* sebesar 0,003619 yang lebih dari taraf signifikansi α sebesar 0,0027. Sehingga dari kedua hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 periode bulan Oktober 2018-Februari 2019 berdistribusi normal multivariat.

4.3 Monitoring Kualitas Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30

Perlunya peningkatan kualitas proses produksi lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo dengan salah satu langkah yang perlu dilakukan adalah meminimalisir variabilitas dan rata-rata proses produksi pada tingkat viskositas dan solid yang terkandung pada lem PVac tipe YP30, untuk itu diperlukan monitoring berupa pengendalian statistik secara univariat menggunakan diagram kontrol *I-MR* dan secara multivariat menggunakan *M* dan *T²-Hotelling* pada fase I sedangkan untuk

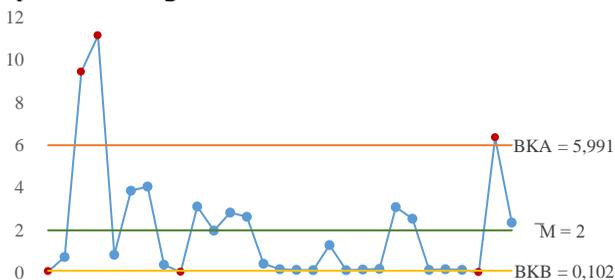
mendeteksi pergeseran proses dapat dilihat pada penggunaan diagram kontrol pada fase II. Data yang digunakan pada fase I merupakan 30 data pertama atau pada data yang diambil tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018, kemudian untuk data yang digunakan pada fase II merupakan 27 data setelahnya yaitu yang diambil tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019.

4.3.1 Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol Multivariat

Analisis selanjutnya setelah menganalisis karakteristik masing-masing variabel dan pengujian asumsi dependen dan normal adalah monitoring kualitas proses produksi terhadap tingkat viskositas dan solid yang terkandung pada lem PVac tipe YP30 periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019 dengan menggunakan diagram kontrol multivariat M fase I untuk mengendalikan variabilitas proses dan T^2 -Hotelling untuk mengendalikan rata-rata proses serta fase II dalam mendeteksi adanya pergeseran proses menggunakan batas kontrol pada fase I. Berikut diagram kontrol M dan T^2 -Hotelling untuk data penelitian ini yang bersifat individu ($n = 1$).

4.3.1.1 Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Terhadap Variabilitas Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol Multivariat M

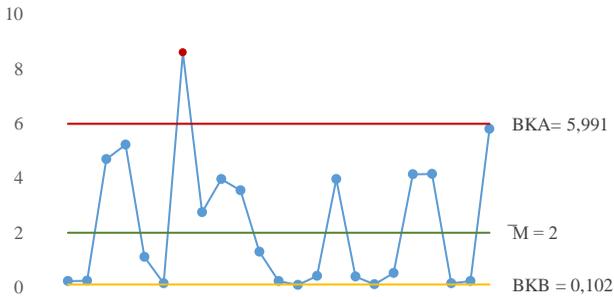
Pada perhitungan diagram kontrol M secara manual menggunakan *Excel* dengan berdasarkan nilai *successive difference* maka diperoleh sebagai berikut untuk fase I .



Gambar 4.1 Diagram Kontrol M Fase I

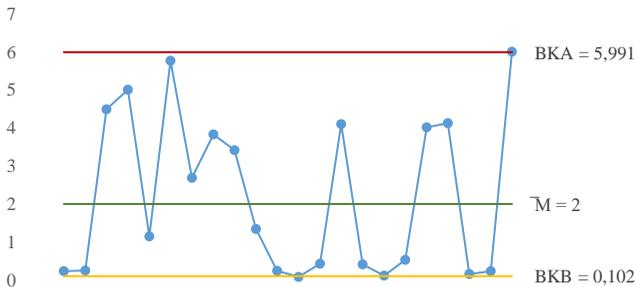
Gambar 4.1 merupakan gambar dari diagram kontrol M fase I sebagaimana diketahui diagram kontrol pada umumnya memiliki 3 garis horizontal dengan garis pusat atau biasa disebut dengan *central line*, dan sepasang batas kontrol yang masing-masing diletakkan di atas atau biasa disebut dengan *upper control limit* (UCL) dan di bawah atau biasa disebut dengan *lower control limit* (LCL) serta nilai statistik yang diplotkan diantara batas-batas tersebut. Jika nilai yang diplotkan di dalam batas kontrol tanpa memiliki kecenderungan khusus, maka proses dikatakan terkendali secara statistik. Sedangkan jika titik-titik tersebut berada di luar batas kontrol dan memiliki bentuk atau cenderung berpola, maka proses dikatakan berada di luar kendali atau *out-of-control*. Berdasarkan penjelasan tersebut dari diagram kontrol M pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 periode tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018 menunjukkan nilai rata-rata statistik sebesar 2 dan batas kontrol atas sebesar 5,991 serta batas kontrol bawah sebesar 0,102. Kemudian dihitung nilai statistiknya sesuai dengan persamaan (2.9) maka dapat diplotkan pada diagram dengan batas-batas kontrol tersebut sehingga memperoleh kesimpulan bahwa variabilitas proses terhadap tingkat viskositas dan solid pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya periode diambil tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018 belum terkendali secara statistik karena masih terdapat titik yang diluar batas kontrol yaitu pada pengamatan ke-1, ke-3, ke-4, ke-27 dan ke-28. Sehingga perlu dideteksi penyebab *out-of-control* tersebut, dan setelah dideteksi ternyata disebabkan oleh suhu di tempat produksi dan tempat pengujian viskositas dan solid tidak stabil.

Kemudian setelah dilakukan penstabilan suhu maka dilakukan penghapusan terhadap data yang diluar kontrol sehingga dihitung kembali nilai statistik dan batas kontrolnya hingga tidak ada titik yang jatuh diluar batas kontrol, maka dilakukan perbaikan dan diperoleh diagram kontrol M perbaikan pada fase I seperti berikut.



Gambar 4.2 Diagram Kontrol M Fase I Perbaikan I

Setelah dilakukan penghapusan pada titik-titik yang diluar batas kontrol pada fase I maka diperoleh diagram kontrol perbaikan dengan penghapusan titik ke-1, ke-3, ke-4, ke-27 dan ke-28 kemudian diperoleh Gambar 4.2 dengan batas kontrol atas sebesar 5,991 dan nilai rata-rata statistik M sebesar 2 serta batas kontrol atas sebesar 0,102. Sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa masih terdapat satu data yang diluar batas kontrol. Maka dilakukan perbaikan lagi dengan penghapusan titik yang jatuh diluar batas kontrol tersebut dan diperoleh seperti berikut.



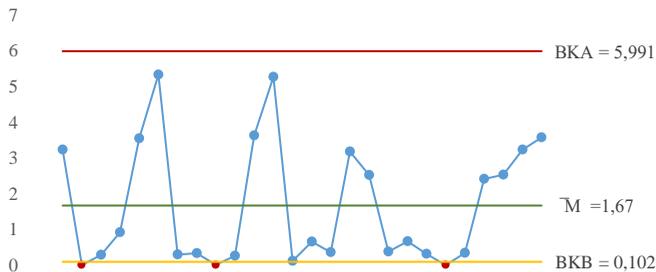
Gambar 4.3 Diagram Kontrol M Fase I Perbaikan II

Pada Gambar 4.3 yang merupakan diagram kontrol M fase I setelah dilakukan penghapusan data yang diluar batas kontrol, maka terlihat bahwa data sudah *in-control* dengan batas kendali atas sebesar 5,991 dan batas kendali bawah sebesar 0,102 dan nilai rata-rata statistik M sebesar 2.

Selanjutnya pada fase II yang digunakan untuk melihat ada atau tidaknya pergeseran proses menggunakan batas kontrol pada fase I yang sudah terkendali yaitu untuk batas kontrol atas sebesar

5,991 dan batas kontrol bawah sebesar 0,102. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas pada fase II dan seterusnya yang nantinya diharapkan akan tetap terkendali dengan menggunakan batas yang sebelumnya didapatkan pada fase I.

Diagram kontrol M fase II dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini.

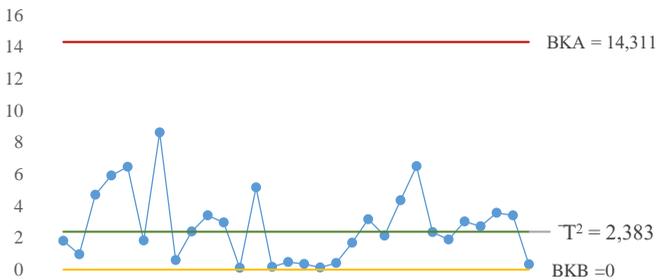


Gambar 4.4 Diagram Kontrol M Fase II

Dapat diperoleh informasi bahwa dari Gambar 4.4 dengan menggunakan batas kontrol pada fase I yang sudah terkendali, pada diagram kontrol M fase II masih terdapat titik-titik pengamatan yang keluar dari batas kontrol yaitu pada pengamatan ke-2, ke-9 dan ke-55 dan pada fase II titik yang keluar dari batas kontrol lebih banyak jika dibandingkan dengan titik yang keluar pada fase I yang sudah *in-control*. Hal ini mengindikasikan terjadi pergeseran variabilitas proses pada fase II. Dengan begitu dapat diartikan bahwa pada awal bulan Desember yaitu periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019, proses produksi belum cukup stabil. Namun tetap dilakukan pengontrolan agar hasil produksi sesuai dengan ketentuan perusahaan. Selain itu dapat disimpulkan bahwa varians proses produksi lem PVac tipe YP30 periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019 (fase II) cenderung lebih kecil dibandingkan pada periode tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018 (fase I).

4.3.1.2 Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Terhadap Rata-rata Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol T^2 -Hotelling

Setelah dilakukan monitoring terhadap variabilitas proses, maka langkah selanjutnya yaitu dilakukan monitoring rata-rata kualitas proses produksinya menggunakan diagram kontrol T^2 -Hotelling dengan matriks V yang terdapat pada lampiran dan matriks $V'V$ serta matriks S . Sehingga kedua matriks tersebut digunakan untuk titik yang akan diplotkan sesuai dengan persamaan (2.13). Kemudian diperoleh diagram kontrol seperti berikut baik fase I maupun fase II.

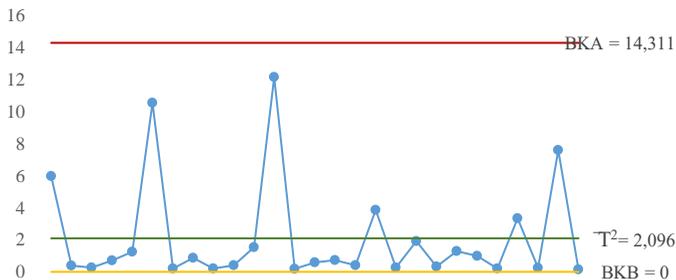


Gambar 4.5 Diagram kontrol T^2 -Hotelling Fase I

Pada pengendalian rata-rata kualitas proses produksi dengan menggunakan diagram kontrol T^2 -Hotelling fase I terlihat bahwa dengan batas kendali atas (BKA) sebesar 14,311 dan batas kontrol bawah (BKB) sebesar 0 serta garis tengah yang merupakan rata-rata dari nilai statistik T^2 yaitu sebesar 2,383 diperoleh kesimpulan pada Gambar 4.5 bahwa data pengamatan telah *in-control* karena tidak terdapat titik yang diluar batas kontrol serta tidak membentuk pola tertentu, sehingga dapat dikatakan bahwa secara multivariat untuk pengendalian rata-rata proses produksi lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya periode tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018 secara statistik sudah terkontrol.

Selanjutnya dengan batas kontrol yang telah diperoleh pada fase I yang sudah terkontrol dimana untuk nilai batas kontrol atas sebesar 14,311 dan batas kontrol bawah sebesar 0 maka kemudian akan dilakukan evaluasi mengenai pergeseran rata-rata proses dengan batas-batas kontrol tersebut pada diagram kontrol T^2 -Hotelling fase II. Langkah-langkah yang digunakan untuk memperoleh titik nilai T^2 sama halnya dengan menghitung nilai T^2

pada fase I, sehingga diperoleh diagram kontrol sebagaimana berikut.



Gambar 4.6 Diagram kontrol T^2 -Hotelling Fase II

Lain halnya dengan diagram kontrol M, pada diagram kontrol T^2 -Hotelling baik fase I maupun fase II meski telah menggunakan batas kontrol yang tetap dapat dikatakan bahwa tidak terjadi pergeseran rata-rata proses pada fase II meskipun terdapat beberapa nilai titik-titik pengamatan yang cenderung naik pada pertengahan pengamatan dan tidak terlihat titik yang keluar dari batas kontrol yang terlihat pada Gambar 4.6. Dengan begitu dapat diartikan bahwa setelah periode awal bulan Desember, proses produksi telah stabil. Namun tetap dilakukan pengontrolan atau monitoring yang ketat agar hasil produksi sesuai dengan ketentuan perusahaan.

4.3.2 Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol Univariat

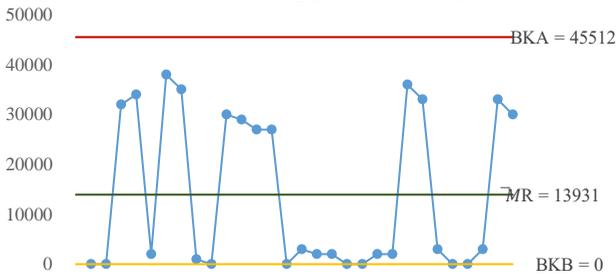
Setelah dilakukan monitoring kualitas proses produksi secara multivariat, maka analisis selanjutnya adalah memonitoring kualitas proses produksi secara univariat menggunakan diagram kontrol I-MR. Penerapan diagram kontrol I-MR atau *Individual Control Chart* digunakan untuk data yang memiliki jumlah observasi dari masing-masing subgrup hanya satu ($n=1$) nama lain dari diagram kontrol I-MR adalah *X-bar Moving Range* ($\bar{X} - MR$). Sehingga pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 yang hanya memiliki satu subgrup ini dapat dianalisis menggunakan diagram kontrol I-MR Pada diagram kontrol univariat I-MR fase I untuk mengendalikan variabilitas dan

mengendalikan rata-rata proses serta fase II dalam mendeteksi adanya pergeseran proses. Berikut merupakan diagram kontrol I-MR secara rinci baik Fase I maupun Fase II.

4.3.2.1 Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol I-MR Variabel Viskositas

Pada penjelasan berikutnya akan dibahas satu persatu mengenai diagram kontrol MR dan diagram kontrol *Individual* baik fase I untuk mengendalikan proses produksi dan fase II untuk mengevaluasi kualitas dan seterusnya yang nantinya diharapkan akan tetap terkendali dengan menggunakan batas yang sebelumnya didapatkan pada fase I.

Berikut ini merupakan monitoring kualitas proses produksi lem PVac tipe YP30 pada periode tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018 (fase I) menggunakan diagram kontrol I-MR

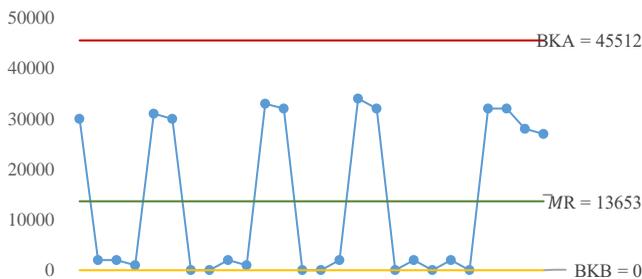


Gambar 4.7 Diagram Kontrol *Moving Range* Variabel Viskositas

Pada diagram kontrol *Moving Range* variabel viskositas dapat diketahui bahwa dengan perhitungan yang diperoleh dari persamaan (2.19) hingga (2.23) yaitu untuk batas kontrol atas sebesar 45.512 dan batas kontrol bawah sebesar 0 serta nilai pergeseran rata-ratanya (*Moving Range*) sebesar 13.931 maka diperoleh informasi bahwa Gambar 4.7 tidak terdapat titik-titik yang diluar batas kendali pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 untuk tingkat viskositas di PT. Trimitra Sejati Jaya periode tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018, namun titik-titik yang diplotkan tersebut memiliki pola tertentu, sehingga dapat dikatakan bahwa data belum terkendali secara statistik sehingga perlu diteliti lebih lanjut mengenai *assignable cause* dari

proses produksi yang menyebabkan pola tersebut. Setelah dilakukan penggalian informasi mengenai terjadinya pola tersebut oleh pihak PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo, penyebab tersebut terjadi karena pada saat setelah lem polimer atau sudah menjadi PVac maka akan dipindahkan kesebuah drum berukuran sedang dan ditumpuk dengan drum PVac lainnya pada setiap satu kali produksi. Pada lem yang berada ditumpukan paling atas maka akan rentan terpapar panas karena lebih dekat dengan asbes atau atap, sehingga jika lem yang diletakkan drum paling atas memiliki tingkat viskositas atau tingkat kekentalan lebih rendah dibandingkan dengan lem yang diletakkan pada drum yang lebih rendah ditumpuk. Hal tersebut dapat menjadikan data yang diplotkan cenderung memiliki pola karena terdapat tingkat viskositas lem PVac YP30 yang relatif kental dan relatif cair. Secara statistik dapat dikatakan pula pola tersebut dikarenakan saat pemeriksaan asumsi normal secara univariat (dapat dilihat pada karakteristik data nilai varians lebih besar daripada nilai rata-rata) variabel viskositas tidak memenuhi asumsi distribusi normal sehingga jika data tersebut di implementasikan menggunakan diagram kontrol I-MR dimana diagram kontrol tersebut harus memenuhi asumsi normal maka dapat menyebabkan ketidaksesuaian pola data atau hasil diagram kontrol yang kurang tepat.

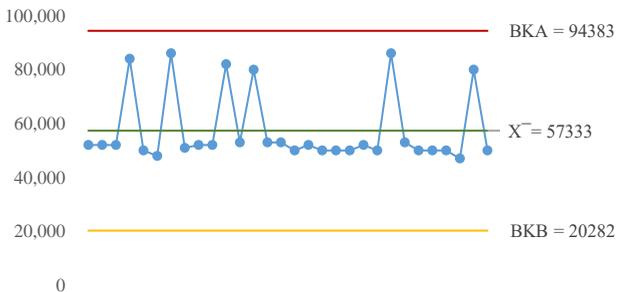
Selanjutnya yaitu setelah dilakukan pengendalian variabilitas kualitas proses produksi variabel viskositas menggunakan diagram kontrol MR, maka dilakukan evaluasi pergeseran proses (fase II) dengan batas kontrol pada fase I seperti berikut.



Gambar 4.8 Diagram Kontrol *Moving Range* Variabel Viskositas Fase II

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa pada diagram kontrol MR fase II tidak terdapat data yang keluar dari batas kontrol sehingga dapat diperoleh informasi bahwa tidak terdapat perubahan rata-rata *moving range* data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 untuk tingkat viskositas di PT. Trimitra Sejati Jaya periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019. Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa produk lem PVac tipe YP30 untuk tingkat viskositas periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019 memiliki variabilitas nilai viskositas yang tidak jauh berbeda dengan produk lem PVac tipe YP30 untuk tingkat viskositas periode tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018.

Setelah itu untuk diagram kontrol Individual fase I maupun fase II sama halnya dengan diagram kontrol MR namun diagram kontrol ini digunakan untuk menganalisis rata-rata kualitas proses produksi. Sehingga dengan rumus yang digunakan sesuai dengan sub bab (2.1.5) diperoleh diagram kontrol Individual untuk fase I seperti Gambar 4.9.

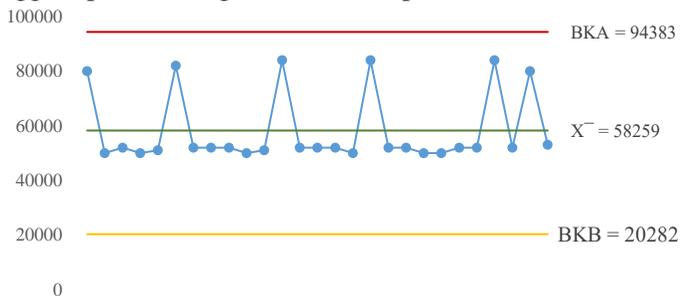


Gambar 4.9 Diagram Kontrol *Individual* Variabel Viskositas Fase I

Sama halnya dengan diagram kontrol *Moving Range* fase I pada diagram kontrol *Individual* fase I yang terdapat pada Gambar 4.9 diperoleh informasi bahwa dengan batas kontrol atas sebesar 94.383 dan batas kontrol bawah sebesar 20.282 serta nilai rata-rata data viskositas sebesar 57.333 maka tidak terdapat data yang berada di luar batas kontrol namun data cenderung memiliki pola tertentu, sehingga dapat dikatakan bahwa rata-rata kualitas proses produksi untuk tingkat viskositas pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya periode

tanggal 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018 belum terkendali secara statistik atau data belum *in control*.

Berikutnya adalah setelah dilakukan pengendalian rata-rata kualitas proses produksi variabel viskositas menggunakan diagram kontrol Individual, maka dilakukan evaluasi pergeseran proses (fase II) menggunakan data periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019 dengan batas kontrol pada fase I yaitu masing-masing sebesar 94.383 untuk BKA dan 20.282 untuk BKB, sehingga diperoleh diagram kontrol seperti berikut.



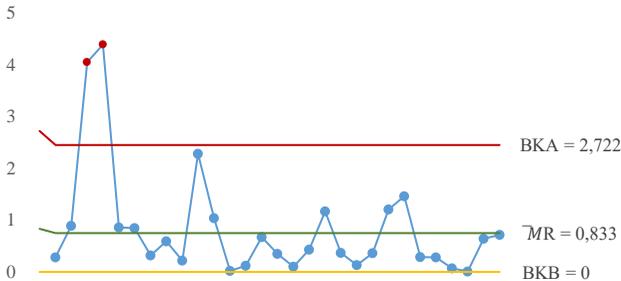
Gambar 4.10 Diagram Kontrol *Individual* Variabel Viskositas Fase II

Berdasarkan Gambar 4.10 untuk diagram kontrol Individual variabel viskositas fase II terlihat bahwa tidak terdapat pergeseran rata-rata data viskositas pada lem PVac YP30 periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019 dan tidak terdapat data yang keluar dari batas kontrol diagram kontrol Individual namun data cenderung memiliki pola.

4.3.2.2 Monitoring dan Mendeteksi Pergeseran Proses Produksi Lem PVac Tipe YP30 Menggunakan Diagram Kontrol I-MR Variabel Solid

Selanjutnya untuk diagram kontrol univariat I-MR pada variabel solid pada Gambar 4.11. Berdasarkan Gambar 4.11 atau diagram kontrol *Moving Range* fase I variabel solid diperoleh kesimpulan bahwa terdapat dua data yang masih di luar batas kendali yaitu pada pengamatan ke-3 dan ke-4 dengan batas kontrol atas sebesar 2,997 dan batas kontrol bawah sebesar 0, serta nilai *moving range* 0,917. Sehingga untuk variabilitas kualitas proses produksi pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 untuk tingkat solid di PT. Trimitra Sejati Jaya periode bulan

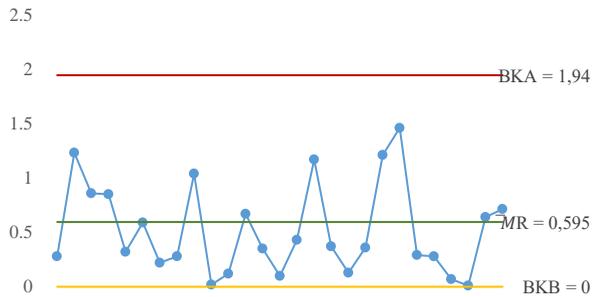
Oktober 2018 - Februari 2019 belum terkendali secara statistik. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi penyebab variabel karakteristik kualitas solid produk lem PVac YP30 yang keluar batas kendali tersebut.



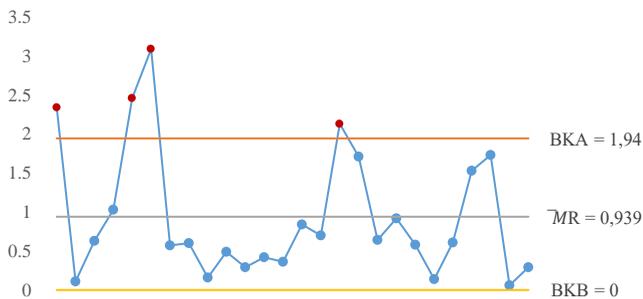
Gambar 4.11 Diagram Kontrol *Moving Range* Variabel Solid Fase I

Penyebab titik-titik pengamatan tidak terkendali adalah kemungkinan besar disebabkan adanya faktor lingkungan yaitu suhu yang digunakan saat proses produksi dan pengambilan sampel tidak sama serta cuaca yang tidak menentu. Setelah penyebab titik pengamatan tidak terkendali diketahui maka perlu dievaluasi dan perusahaan harus lebih dapat melakukan cara agar dapat menstabilkan suhu pada saat proses produksi hingga pengambilan sampel. Jika penyebab tersebut dapat diselesaikan atau dilakukan perbaikan maka dapat dilanjutkan dengan membuat diagram kontrol MR perbaikan pertama dengan menghilangkan pengamatan ke-3 dan ke-4. Titik-titik pengamatan dalam diagram kontrol MR fase I perbaikan pertama dihitung menggunakan langkah-langkah yang sama seperti perhitungan sebelum dilakukan penghapusan.

Sehingga diperoleh diagram kontrol MR setelah perbaikan I pada Gambar 4.12 dan didapatkan pengendalian varians atau variabilitas karakteristik kualitas solid pada proses produksi lem PVac YP30 perbaikan pertama sudah terkendali secara statistik meskipun telah menghilangkan titik pengamatan yang berada diluar batas kontrol. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan batas kontrol atas sebesar 1,94 dan batas kontrol bawah 0.

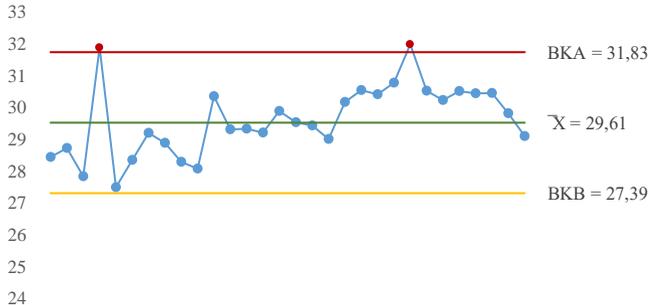


Gambar 4.12 Diagram Kontrol *Moving Range* Variabel Solid Fase I Perbaikan I
Kemudian dilakukan evaluasi mengenai pergeseran variabilitas proses produksi dengan menggunakan batas kontrol yang telah diperoleh pada fase I yang telah terkendali yaitu untuk batas kontrol atas sebesar 1,94 dan batas kontrol bawah sebesar 0, dengan batas kontrol tersebut maka dilakukan pembuatan diagram kontrol *Moving Range* seperti pada fase I sesuai dengan rumus yang ada pada sub bab (2.1.5) dan menghasilkan diagram kontrol seperti berikut.



Gambar 4.13 Diagram Kontrol *Moving Range* Variabel Solid Fase II
Berdasarkan Gambar 4.13 yang merupakan diagram kontrol *moving range* variabel solid fase II menunjukkan bahwa terdapat 4 data yang keluar dari batas kontrol. Jika dibandingkan dengan fase I maka pada diagram kontrol MR fase II memiliki titik *out-of-control* lebih banyak, sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat penurunan variabilitas data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 untuk tingkat solid periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019.

Setelah dilakukan pengendalian variabilitas proses (fase I) serta mendeteksi pergeseran variabilitas proses (fase II) maka langkah selanjutnya adalah pengendalian rata-rata proses produksi secara univariat menggunakan diagram kontrol *Individual* yaitu pada Gambar 4.14 seperti berikut.

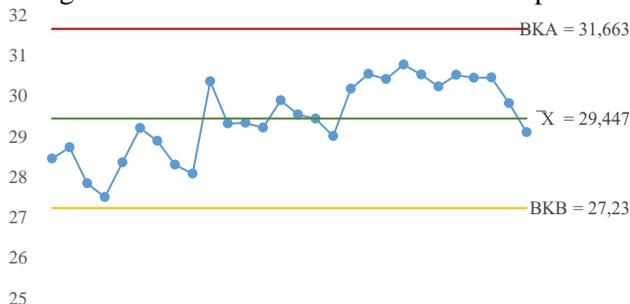


Gambar 4.14 Diagram Kontrol *Individual* Variabel Solid Fase I

Pengendalian rata-rata kualitas proses produksi variabel karakteristik solid pada produk lem PVac YP30 menggunakan diagram kontrol *Individual* fase I seperti pada Gambar 4.14 maka informasi yang dapat diperoleh adalah untuk variabel solid masih terdapat dua data yang di luar batas kontrol yaitu pada pengamatan ke-4 dan ke-23 dengan batas kontrol atas sebesar 31,83 dan batas kontrol bawah sebesar 27,39 serta nilai rata-rata variabel solid sebesar 29,61. Sehingga dapat dikatakan bahwa rata-rata kualitas proses produksi karakteristik kualitas solid pada data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 periode 2 Oktober 2018 hingga 10 Desember 2018 belum terkendali secara statistik karena masih terdapat satu data yang belum *in-control*. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi penyebab variabel karakteristik kualitas solid produk lem PVac YP30 yang keluar batas kendali tersebut.

Setelah penyebab titik pengamatan tidak terkontrol diketahui, dan penyebab serta solusinya sama halnya dengan diagram kontrol *Moving Range* maka dilanjutkan dengan membuat diagram kontrol *Individual* perbaikan pertama dengan menghilangkan pengamatan ke-4 dan ke-23. Titik-titik pengamatan dalam diagram kontrol *Individual* fase I perbaikan pertama dihitung menggunakan langkah-langkah yang sama

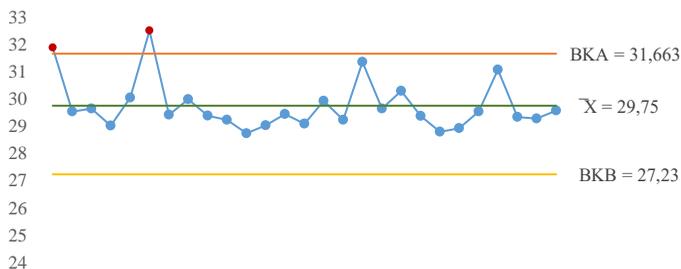
seperti perhitungan sebelum dilakukan penghapusan. Sehingga diperoleh diagram kontrol Individual variabel solid seperti berikut.



Gambar 4.15 Diagram Kontrol *Individual* Variabel Solid Fase I Perbaikan I

Berdasarkan Gambar 4.15 didapatkan pengendalian rata-rata karakteristik kualitas solid pada proses produksi lem PVac YP30 perbaikan pertama sudah terkendali secara statistik meskipun telah menghilangkan titik pengamatan yang berada diluar batas kontrol. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan batas kontrol atas sebesar 31,663 dan batas kontrol bawah 27,23.

Kemudian dilakukan evaluasi mengenai pergeseran rata-rata proses produksi dengan menggunakan batas kontrol yang telah diperoleh pada fase I yang telah terkendali yaitu untuk batas kontrol atas sebesar 131,663 dan batas kontrol bawah 27,23, dengan batas kontrol tersebut maka dilakukan pembuatan diagram kontrol *Individual* seperti pada fase I sesuai dengan rumus yang ada pada sub bab (2.1.5) dan menghasilkan diagram kontrol *Individual* variabel solid seperti berikut



Gambar 4.16 Diagram Kontrol *Individual* Variabel Solid Fase II

Gambar 4.16 merupakan diagram kontrol *Individual* variabel solid fase II, dari gambar tersebut terlihat bahwa hanya terdapat satu data yang keluar dari batas kontrol. Jika dibandingkan dengan fase I maka pada diagram kontrol MR fase II memiliki titik *out-of-control* lebih sedikit, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terdapat penurunan rata-rata data pengamatan QC produk lem PVac tipe YP30 untuk tingkat solid periode tanggal 12 Desember 2018 hingga 9 Februari 2019. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses cenderung stabil.

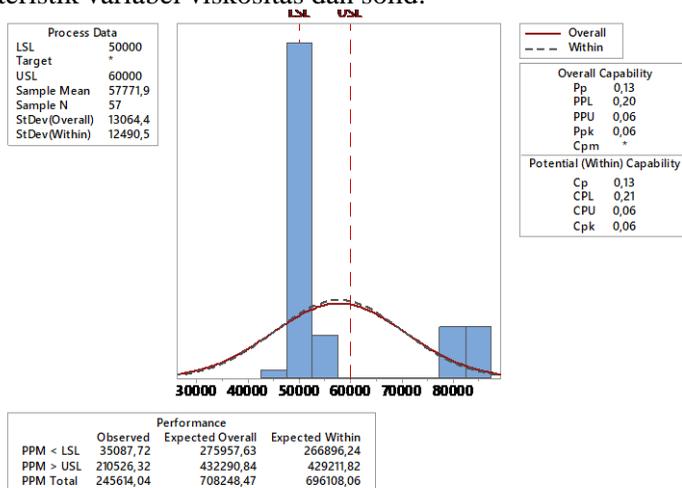
Berdasarkan diagram kontrol univariat yang telah dilakukan analisis pada masing-masing variabel, dan apabila terdapat satu atau beberapa data yang keluar dari batas kontrol saat menggunakan diagram kontrol multivariat M dan T^2 -Hotelling maka hal tersebut kemungkinan besar dapat terjadi karena variabel solid, karena jika dilihat berdasarkan titik yang keluar dari batas kontrol dalam pengendalian kualitas menggunakan diagram kontrol individu I-MR untuk karakteristik kualitas solid produksi lem PVac tipe YP30 terdapat titik yang masih di luar batas kontrol sama seperti titik yang jatuh di luar batas kontrol di diagram kontrol M.

4.4 Analisis Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses dilakukan dengan tujuan mengukur kemampuan atau kebaikan dari kinerja proses produksi lem PVac tipe YP30 melalui karakteristik kualitas viskositas dan solid untuk dapat memenuhi batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019. Spesifikasi kualitas yang digunakan pada karakteristik kualitas kadar viskositas adalah 50.000-60.000 Cps sementara spesifikasi kualitas dari karakteristik kualitas solid adalah $30 \pm 1\%$. Suatu proses dikatakan kapabel ketika produk yang dihasilkan berada dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan, ditunjukkan dengan nilai indeks yang lebih dari 1. Pada penelitian ini, indeks yang digunakan untuk mengukur kapabilitas proses secara multivariat adalah MP_p dan MP_{pk} , sedangkan secara univariat menggunakan nilai indeks P_p dan P_{pk} . Hal tersebut

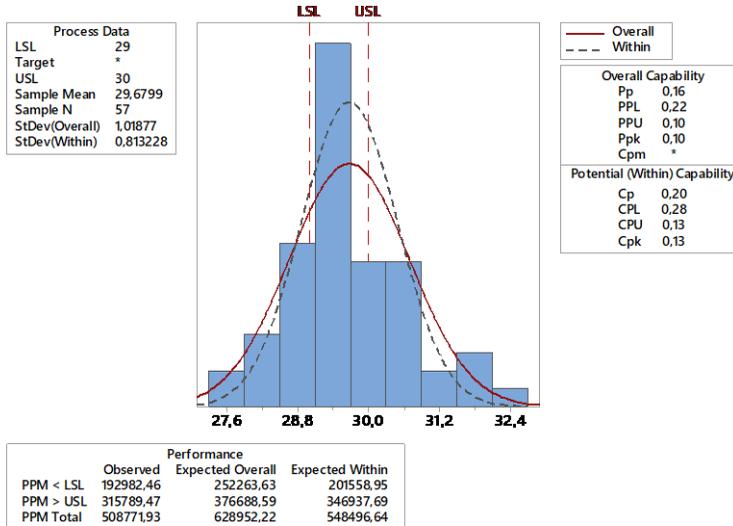
disebabkan oleh proses yang tidak dalam kondisi yang terkendali secara statistik.

Berikut merupakan grafik kapabilitas untuk masing-masing karakteristik variabel viskositas dan solid.



Gambar 4.17 Grafik Kapabilitas Proses Produksi Lem PVac YP30 Terhadap Tingkat Viskositas

Berdasarkan Gambar 4.17 mengenai grafik kapabilitas variabel viskositas didapatkan nilai P_p dan P_{pk} sebesar 0,13 dan 0,06. Nilai $P_p < 1$ menunjukkan bahwa secara univariat sebaran karakteristik kualitas viskositas cenderung lebih besar dari spesifikasinya, atau dengan kata lain presisi dari variabilitas proses cukup rendah. Selain itu jika dilihat dari nilai $P_{pk} < 1$ dapat diketahui bahwa secara univariat rata-rata karakteristik kualitas viskositas memiliki akurasi yang relatif rendah, sehingga secara univariat karakteristik kualitas viskositas kurang dapat memenuhi spesifikasi yang ditentukan dan proses produksi lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019 dikatakan tidak kapabel dan masih terdapat cukup banyak unit cacat yang terbentuk. Sementara untuk karakteristik kualitas solid dapat dilihat dari gambar sebagai berikut.



Gambar 4.18 Grafik Kapabilitas Proses Produksi Lem PVac YP30 Terhadap Tingkat Solid

Berdasarkan grafik kapabilitas variabel solid yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18, dapat diperoleh informasi bahwa didapatkan nilai P_p dan P_{pk} sebesar 0,16 dan 0,1. Nilai $P_p < 1$ menunjukkan bahwa secara univariat sebaran karakteristik kualitas solid lebih besar dari spesifikasinya atau variabilitas proses yang tinggi (memiliki presisi yang rendah). Selain itu jika dilihat dari nilai $P_{pk} < 1$ dapat diketahui bahwa secara univariat rata-rata karakteristik kualitas solid memiliki akurasi yang cukup rendah. Sehingga secara univariat karakteristik kualitas solid kurang dapat memenuhi spesifikasi yang ditentukan dan proses produksi lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019 dikatakan tidak kapabel dan masih terdapat cukup banyak unit cacat yang terbentuk.

Selanjutnya dilakukan analisis secara multivariat terhadap kapabilitas proses produksi lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019. Nilai P_p dan P_{pk} dari masing-masing karakteristik kualitas akan digunakan pada perhitungan selanjutnya yaitu untuk menghitung MP_p dan MP_{pk} . Dikarenakan perusahaan tidak menetapkan bobot

tertentu di antara karakteristik kualitas viskositas dan solid maka digunakan bobot yang sama untuk viskositas dan solid yaitu 0,5. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut.

Tabel 4 4 Perhitungan MP_p dan MP_{pk}

Variabel	W_j	P_p	P_{pk}	MP_p	MP_{pk}
Viskositas	0,5	0,13	0,06	0,145	0,08
Solid	0,5	0,16	0,1		

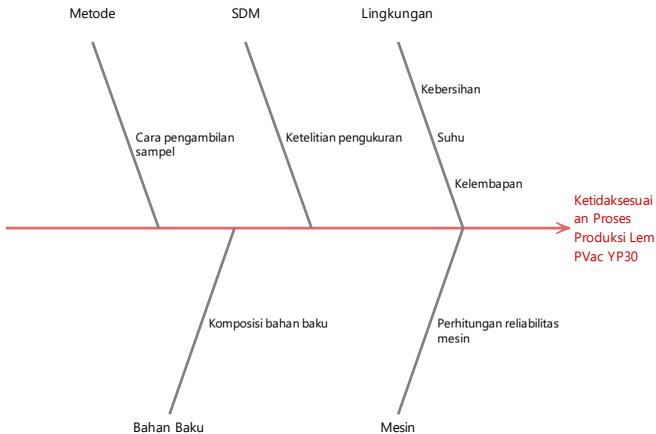
Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas diperoleh nilai $MP_p < 1$ yang artinya secara multivariat hasil dari proses produksi lem PVac tipe YP30 memiliki presisi yang masih terbilang rendah, sama halnya dengan nilai $MP_{pk} < 1$ menandakan bahwa hasil dari proses produksi lem PVac tipe YP30 memiliki akurasi yang masih relatif rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi lem PVac tipe YP30 periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019 ini belum memenuhi spesifikasi kualitas yang ditetapkan oleh PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo. Sehingga secara multivariat proses proses produksi lem PVac tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya Sidoarjo periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019 dikatakan tidak kapabel dan masih terdapat unit cacat yang terbentuk.

4.5 Diagram Sebab Akibat

Pada analisis sebelumnya dapat diketahui bahwa proses produksi lem PVac tipe YP30 masih terdapat data yang belum terkendali secara statistik, oleh karena itu pada bagian ini akan dianalisis menggunakan diagram ishikawa mengenai faktor-faktor yang menyebabkan proses produksi ini belum terkendali secara statistik. Hal tersebut dilakukan karena dirasa perlu untuk perbaikan proses produksi, khususnya pada proses pembuatan produk lem PVac tipe YP30. Berikut merupakan hasil dari diagram ishikawa setelah dilakukan diskusi dan *brainstorming* dengan pihak perusahaan.

Berdasarkan penelusuran penyebab adanya proses yang tidak terkendali yang digambarkan pada Gambar 4.19. Kesalahan terbesar yang mengakibatkan ketidaksesuaian proses produksi dalam menghasilkan lem PVac YP30 adalah pada faktor lingkungan. Hal tersebut disebabkan kebersihan karena jika saat proses produksi kebersihan sekitar kurang dan penggunaan

flushing saat membersihkan reaktor kurang maksimal maka dapat mengakibatkan beberapa bahan baku menjadi terkontaminasi dengan bakteri maupun unsur lainnya sehingga dapat menjadikan ketidaksesuaian proses produksi lem PVac YP30, serta faktor lingkungan lainnya yaitu suhu dan kelembapan yang dapat mempengaruhi kekentalan suatu adonan.



Gambar 4.19 Diagram Ishikawa Penyebab Ketidaksesuaian Produk PVac YP30

Faktor lainnya yang cukup berpengaruh dalam ketidaksesuaian proses produksi yaitu mesin. Adanya kerusakan mesin yang tiba-tiba tidak bisa berfungsi sehingga menghambat proses produksi. Oleh karena itu perlu adanya perhitungan reliabilitas mesin secara tepat atau perawatan mesin secara berkala agar dapat menjaga performa mesin dalam memproduksi secara maksimal dan produk yang dihasilkan sesuai dengan target yang telah ditentukan perusahaan.

Metode dan bahan baku juga merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan. Metode pengambilan sampel yang tidak sesuai dengan SOP serta komposisi bahan baku yang kurang tepat dapat menyebabkan ketidaksesuaian proses produksi lem PVac YP30.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Monitoring kualitas proses produksi lem PVac Tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya periode bulan September 2018 - Februari dengan menggunakan diagram kontrol multivariat M fase I variabilitas proses produksi belum terkendali secara statistik. Sedangkan pada diagram kontrol T^2 -Hotelling, rata-rata proses produksi sudah terkendali secara statistik. Pada diagram multivariat fase II tidak terjadi pergeseran proses baik variabilitas maupun rata-rata. Kemudian dengan menggunakan diagram kontrol univariat I-MR fase I baik pada variabel viskositas dan solid telah terkendali secara statistik. Pada fase II pada variabel viskositas tidak terjadi pergeseran proses, namun pada variabel solid terjadi pergeseran proses baik *mean* maupun variabilitas. Berdasarkan beberapa diagram kontrol univariat tersebut, maka dapat terlihat kontribusi titik yang jatuh di luar batas kontrol pada diagram kontrol multivariat M berasal dari variabel solid.
2. Pada kapabilitas proses secara univariat maupun multivariat presisi dan akurasi proses produksi Lem PVac Tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya periode bulan Oktober 2018 - Februari 2019 relatif rendah sehingga secara univariat maupun multivariat proses produksi kurang dapat memenuhi spesifikasi yang ditentukan dan dikatakan belum kapabel dan terdapat cukup banyak unit cacat yang terbentuk.

5.2 Saran

Perusahaan harus mampu meminimalisir faktor-faktor penyebab titik-titik pengamatan yang keluar batas kontrol dan sebaiknya lebih memperhatikan pengukuran sampel data kualitas proses produksi, baik dari segi alat ukur maupun cara pengambilan sampel sehingga data yang diperoleh lebih akurat. Selanjutnya untuk penumpukan drum yang berisi lem yang sudah diproduksi sebaiknya diletakkan sama rata sehingga antara lem satu dan lainnya memiliki tingkat viskositas yang tidak jauh berbeda. Pada

penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan data sampel hasil produksi lem PVac YP30 yang lebih banyak serta memeriksa kualitas data yang digunakan. Hal ini bertujuan agar hasil yang didapatkan bisa lebih representatif untuk menggambarkan proses produksi dari perusahaan.

Selanjutnya saran untuk peneliti pada penelitian selanjutnya dikarenakan data *quality control* Lem PVac Tipe YP30 di PT. Trimitra Sejati Jaya periode bulan September 2018 - Februari 2019 untuk variabel viskositas tidak berdistribusi normal sedangkan variabel solid berdistribusi normal, kedua variabel tersebut memiliki asumsi yang berbeda sehingga secara teori tidak dapat digunakan diagram kontrol multivariat M dan T^2 -Hotelling. Langkah yang tepat adalah dengan menggunakan metode *Gauge R & R* untuk mengetahui metode mana yang tepat dalam menganalisis atau mengendalikan proses produksi. Selain itu untuk pemecahan data fase I dan fase II sebaiknya lebih ditekankan lagi alasan dalam membagi data, misalkan seperti digunakan fase II untuk mendeteksi adanya pergeseran proses saat pergantian mesin atau karena kondisi tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alva, J., & Estrada, E. (2009). A Generalization of Shapiro-Wilk's Test for Multivariate-Normality. *Communication in Statistics-Theory and Methods*, 38(11), 1870-1883.
- Ariani, D. W. (2003). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: Andi.
- Atkins, P. (2007). *Chemical Principles: Quest for Insight 4th Edition*. New York: W.H.Freeman and Company.
- Hajarisman, N. (2008). *Analisis Regresi Lanjut*. Bandung: Pusat Penerbitan UNISBA.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Operations Management*. New Jersey: Pearson Education.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. United States of America: Prentice Hall.
- Khoo, M. B. C., & Quah, S. H. (2003). Multivariate Control Chart for Process Dispersion Based on Individual Observation. *Journal Quality Engineering*, 15(4), 639-642.
- Kotler, P. (2007). *Marketing Management International Edition*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Mason, R. L., Tracy, N. D., & Young, C. H. (1995). Decomposition of T^2 for Multivariate Control Chart Interpretation. *Journal of Quality Technology*, 27(2), 99–108.
- MacGregor, J. F., & Kourti, T. (1995). Statistical Process Control of Multivariate Processes. *Control Engineering Practice*, 3(3), 403-414.
- Montgomery, D. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control, 5th edition*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- PT Trimitra Sejati Jaya. (2019). Profil PT Trimitra Sejati Jaya. Diambil 04 Februari 2019 dari PT Trimitra Sejati Jaya.

- Raissi, S. (2009). Multivariate Process Capability Indices on The Presence of Priority for Quality Characteristics. *Journal of Industrial Engineering International*, 5(9), 27-36.
- Rodgers, J. L., & Nicewander, W. A. (1988). Thirteen Ways to Look at the Correlation Coefficient. *The American Statistician*, 42(1), 59-66.
- Russell, R. S., & Taylor, B. W. (1996). *Production and Operations Management : Focusing on Quality and Competitiveness*. New Jersey: Prentice Hall.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data *Quality Control* Lem PVac YP30

Fase I				Fase II			
No	Tanggal	Visco	Solid	No	Tanggal	Visco	Solid
1	02/10/2018	52.000	28,45	1	12/12/2018	80.000	31,88
2	05/10/2018	52.000	28,73	2	13/12/2018	50.000	29,54
3	10/10/2018	52.000	27,84	3	17/12/2018	52.000	29,65
4	11/10/2018	84.000	31,89	4	18/12/2018	50.000	29,02
5	16/10/2018	50.000	27,5	5	20/12/2018	51.000	30,05
6	15/10/2018	48.000	28,36	6	21/12/2018	82.000	32,51
7	18/10/2018	86.000	29,21	7	24/12/2018	52.000	29,42
8	26/10/2018	51.000	28,89	8	28/12/2018	52.000	29,99
9	29/10/2018	52.000	28,3	9	31/12/2018	52.000	29,39
10	30/10/2018	52.000	28,08	10	04/01/2019	50.000	29,23
11	31/10/2018	82.000	30,36	11	05/01/2019	51.000	28,74
12	31/10/2018	53.000	29,32	12	09/01/2019	84.000	29,03
13	02/11/2018	80.000	29,34	13	10/01/2019	52.000	29,45
14	03/11/2018	53.000	29,22	14	10/01/2019	52.000	29,09
15	05/11/2018	53.000	29,89	15	14/01/2019	52.000	29,93
16	07/11/2018	50.000	29,54	16	17/01/2019	50.000	29,23
17	12/11/2018	52.000	29,44	17	18/01/2019	84.000	31,36
18	12/11/2018	50.000	29,01	18	21/01/2019	52.000	29,65
19	19/11/2019	50.000	30,18	19	23/01/2019	52.000	30,29
20	19/11/2019	50.000	30,55	20	24/01/2019	50.000	29,37
21	22/11/2019	52.000	30,42	21	28/01/2019	50.000	28,79
22	26/11/2019	50.000	30,78	22	30/01/2019	52.000	28,93
23	27/11/2019	86.000	31,99	23	31/01/2019	52.000	29,54
24	28/11/2019	53.000	30,53	24	02/02/2019	84.000	31,07
25	29/11/2019	50.000	30,24	25	06/02/2019	52.000	29,34
26	30/11/2019	50.000	30,52	26	07/02/2019	80.000	29,28
27	03/12/2018	50.000	30,45	27	09/02/2019	53.000	29,57
28	05/12/2018	47.000	30,46				
29	07/12/2018	80.000	29,82				
30	10/12/2018	50.000	29,105				

Lampiran B. *Syntax* dan Hasil Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat Menggunakan *Software R*

```
library(mvnormtest)
data=read.csv('d:/dataTA.csv',header=T,sep=';')
x=t(data[1:57,1:2])
head(x)
mshapiro.test(x)
```

```
> mshapiro.test(x)

      Shapiro-wilk normality test

data:  Z
W = 0.93312, p-value = 0.003619
```

Lampiran C. Hasil Pengujian Asumsi Dependensi *Pearson* Menggunakan *Software MINITAB*

```
Pearson correlation    0,493
P-value 0,000
```

$$t_{hitung} = r \sqrt{\frac{m-2}{1-r^2}} = 0,493 \sqrt{\frac{57-2}{1-0,493^2}} = 4,2023709$$

Lampiran D. Tabel Nilai D_3 , D_4 dan d_2 untuk Diagram Kontrol I-MR

Factors for Constructing Variables Control Charts

Observations in Sample, n	Chart for Averages				Chart for Standard Deviations				Chart for Ranges							
	Factors for Control Limits			Factors for Center Line	Factors for Control Limits				Factors for Center Line	Factors for Control Limits						
	A	A_2	A_3	e_4	$1/e_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_2$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Lampiran E. Hasil dari Perhitungan Manual Matriks V dan S Menggunakan *Excel* untuk Diagram Kontrol Multivariat M dan T^2 -Hotelling Fase 1

V	
0	0,28
0	-0,89
32.000	4,05
-34.000	-4,39
-2.000	0,86
38.000	0,85
-35.000	-0,32
1.000	-0,59
0	-0,22
30.000	2,28
-29.000	-1,04
27.000	0,02

-27.000	-0,12
0	0,67
-3.000	-0,35
2.000	-0,1
-2.000	-0,43
0	1,17
0	0,37
2.000	-0,13
-2.000	0,36
36.000	1,21
-33.000	-1,46
-3.000	-0,29
0	0,28
0	-0,07
-3.000	0,01
33.000	-0,64
-30.000	-0,715

$$S = \begin{bmatrix} 1247000000 & 516030 \\ 516030 & 51,903525 \end{bmatrix}$$

$$S^{-1} = \begin{bmatrix} 215000000 & 18897,068966 \\ 8897,068966 & 0,894888362 \end{bmatrix}$$

Lampiran F. Hasil dari Perhitungan Manual Matriks V dan S Menggunakan *Excel* untuk Diagram Kontrol Multivariat M dan T^2 -Hotelling Fase 2

V	
-30.000	-2,34
2.000	0,11
-2.000	-0,63
1.000	1,03

31.000	2,46
-30.000	-3,09
0	0,57
0	-0,6
-2.000	-0,16
1.000	-0,49
33.000	0,29
-32.000	0,42
0	-0,36
0	0,84
-2.000	-0,7
34.000	2,13
-32.000	-1,71
0	0,64
-2.000	-0,92
0	-0,58
2.000	0,14
0	0,61
32.000	1,53
-32.000	-1,73
28.000	-0,06
-27.000	0,29

$$S = \begin{bmatrix} 204634615,4 & 8905,769231 \\ 8905,769231 & 0,768232692 \end{bmatrix}$$

$$S^{-1} = \begin{bmatrix} 9,86251 \times 10^{-9} & -0,000114331 \\ -0,000114331 & 2,627081553 \end{bmatrix}$$

Lampiran G. Hasil dari Perhitungan Manual Nilai *Moving Range* Menggunakan *Excel* untuk Diagram Kontrol I-MR Viskositas Fase I dan Fase II Belum Perbaikan

Fase I			Fase II		
No	Visco	Moving Range	No	Visco	Moving Range
1	52.000		1	80.000	
2	52.000	0	2	50.000	30.000
3	52.000	0	3	52.000	2.000
4	84.000	32000	4	50.000	2.000
5	50.000	34000	5	51.000	1.000
6	48.000	2000	6	82.000	31.000
7	86.000	38000	7	52.000	30.000
8	51.000	35000	8	52.000	0
9	52.000	1000	9	52.000	0
10	52.000	0	10	50.000	2.000
11	82.000	30000	11	51.000	1.000
12	53.000	29000	12	84.000	33.000
13	80.000	27000	13	52.000	32.000
14	53.000	27000	14	52.000	0
15	53.000	0	15	52.000	0
16	50.000	3000	16	50.000	2.000
17	52.000	2000	17	84.000	34.000
18	50.000	2000	18	52.000	32.000
19	50.000	0	19	52.000	0
20	50.000	0	20	50.000	2.000
21	52.000	2000	21	50.000	0
22	50.000	2000	22	52.000	2.000
23	86.000	36000	23	52.000	0
24	53.000	33000	24	84.000	32.000
25	50.000	3000	25	52.000	32.000
26	50.000	0	26	80.000	28.000
27	50.000	0	27	53.000	27.000
28	47.000	3000			
29	80.000	33000			
30	50.000	30000			

Lampiran H. Hasil dari Perhitungan Manual Nilai *Moving Range* Menggunakan *Excel* untuk Diagram Kontrol I-MR Solid Fase I dan Fase II Belum Perbaikan

Fase I			Fase II		
No	Visco	Moving Range	No	Visco	Moving Range
1	28,45		1	31,88	
2	28,73	0,28	2	29,54	2,340
3	27,84	0,89	3	29,65	0,110
4	31,89	4,05	4	29,02	0,630
5	27,5	4,39	5	30,05	1,030
6	28,36	0,86	6	32,51	2,460
7	29,21	0,85	7	29,42	3,090
8	28,89	0,32	8	29,99	0,570
9	28,3	0,59	9	29,39	0,600
10	28,08	0,22	10	29,23	0,160
11	30,36	2,28	11	28,74	0,490
12	29,32	1,04	12	29,03	0,290
13	29,34	0,02	13	29,45	0,420
14	29,22	0,12	14	29,09	0,360
15	29,89	0,67	15	29,93	0,840
16	29,54	0,35	16	29,23	0,700
17	29,44	0,1	17	31,36	2,130
18	29,01	0,43	18	29,65	1,710
19	30,18	1,17	19	30,29	0,640
20	30,55	0,37	20	29,37	0,920
21	30,42	0,13	21	28,79	0,580
22	30,78	0,36	22	28,93	0,140
23	31,99	1,21	23	29,54	0,610
24	30,53	1,46	24	31,07	1,530
25	30,24	0,29	25	29,34	1,730
26	30,52	0,28	26	29,28	0,060
27	50.000	0	27	53.000	27.000
28	47.000	3000			
29	80.000	33000			
30	50.000	30000			

Lampiran I. Surat Pernyataan Pengambilan Data

Lampiran J. Surat Keterangan Validasi Data dan Publikasi**SURAT KETERANGAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa

1. Mahasiswa Statistika FMKSD-ITS dengan identitas sebagai berikut :

Nama : Maila Syahidah Baladina

NRP : 06211540000120

Telah mengambil data di instansi perusahaan kami :

Nama Perusahaan : PT. Trimitra Sejati Jaya
Sidoarjo

Divisi/ bagian : *Quality Control*

Sejak tanggal 8 Februari 2019 sampai dengan 27 Mei 2019 untuk keperluan Tugas Akhir Semester Genap

2. Tidak keberatan nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir mahasiswa Statistika yang akan disimpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. Tidak keberatan bahwa hasil analisis data dan perusahaan dipublikasikan dalam E Jurnal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Surabaya, 2019
Kepala Divisi Quality Control


TRIMITRA
PT. TRIMITRA SEJATI JAYA
(Agus Suyatno)
NIP :

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Maila Syahidah Baladina yang biasa dipanggil Maila lahir di Surabaya, 12 Januari 1997. Penulis adalah anak keenam dari tujuh bersaudara dari pasangan Suami Moh. Ali Aziz dan Rifatul Ifadah Pendidikan yang telah diselesaikan adalah pendidikan di TK Islam Kyai Ibrahim Surabaya, SDI Kyai Ibrahim Surabaya (2003-2009), SMP Islam Khadijah Surabaya (2009-2012) dan SMA Negeri 15 Surabaya (2012-2015). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 06211540000120. Organisasi yang pernah diikuti penulis selama kuliah yaitu sebagai Sekretaris Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Statistika (HIMASTA-ITS) periode 2017/2018. Serta penulis pernah aktif menjadi panitia selama kuliah di beberapa kegiatan seperti menjadi Sie Publikasi Dokumentasi ILITS 2015, Sie Konsumsi INTERVAL 2016, Sie Konsumsi GERIGI ITS 2016, *Junior Commitee* Pekan Raya Statistika 2016, Sie *Public Relation* Pekan Raya Statistika 2017, dan Sie Publikasi Dokumentasi 3rd ISCO 2017. Pengalaman lainnya yang dialami penulis selain mengikuti kegiatan kampus adalah menjadi Surveyor “Media Informasi Konsumen MPM Honda Motor” tahun 2016, Surveyor “Kepuasan Pengguna Motor Honda” tahun 2016, dan menjalani program *internship* di PT PERTAMINA MOR V PERSERO Tbk. Segala kritik dan saran akan diterima oleh penulis untuk perbaikan kedepannya. Jika ada keperluan atau ingin berdiskusi dengan penulis dapat dihubungi melalui email: mailasbaladina@gmail.com.