



TESIS - BM185407

**PENGENDALIAN KUALITAS BOTOL TINTA DALAM
UPAYA MENGENDALIKAN *DEFECT* PRODUK PADA
HOME INDUSTRY CANDI PLASTIK**

**TRI ILMA SARI
09211830012026**

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Moses Laksono Singgih M.Sc Ph.D

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**



TESIS - BM185407

**PENGENDALIAN KUALITAS BOTOL TINTA DALAM
UPAYA MENGENDALIKAN *DEFECT* PRODUK PADA
HOME INDUSTRY CANDI PLASTIK**

TRI ILMA SARI
09211830012026

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. Moses Laksono Singgih M.Sc Ph.D

**Departemen Manajemen Teknologi
Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Tri Ilma Sari

NRP: 09211850013026

Tanggal Ujian: 9 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

Ditetujui oleh:

Pembimbing:

1. **Prof. Dr. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc**
NIP: 195908171987031002



.....

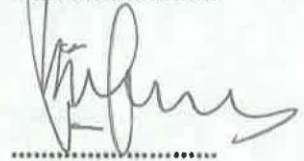
Penguji:

1. **Prof. Dr. Ir. Udsubakti Ciptomulyono, MEngSc**
NIP: 195903181987011001



.....

2. **Dr. Ir. Bustanul Arifin Nur, M.Sc.**
NIP: 195904301989031001



.....

Kepala Departemen Manajemen Teknologi

Fakultas Desain Kreatif Dan Bisnis Digital



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng. Ph.D. CSCP
NIP: 196912311994121076

**PENGENDALIAN KUALITAS BOTOL TINTA DALAM UPAYA
MENGENDALIKAN *DEFECT* PRODUK PADA *HOME INDUSTRY*
CANDI PLASTIK**

Nama mahasiswa : Tri Ilma Sari
NRP : 09211850013026
Pembimbing : Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Kualitas merupakan salah satu hal yang terpenting dalam hal persaingan antar perusahaan. Produk yang tidak berkualitas maka produk tersebut akan ditolak. Banyak *home industry* kalah saing dalam hal kualitas, bisa jadi dikarenakan mesin yang kurang presisi. Hal tersebut menimbulkan banyaknya *defect* produk. Belasan tahun *home industry* ini berdiri, namun belum juga memenuhi batas target minimum *defect* produk yang ditetapkan oleh konsumen. Cukup banyak produk yang harus diganti dan di rework ulang. Sehingga diperlukan alat untuk mengendalikan kualitas dan mendeteksi penyebab *defect* produk kemudian dilakukan perbaikan terhadap penyebab tersebut. *Seven tools* merupakan tujuh alat dasar yang mampu memecahkan permasalahan kualitas yang dihadapi produksi. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) merupakan alat untuk mendeteksi penyebab kegagalan produksi. Penerapan kedua alat ini diharapkan mampu mengendalikan kualitas, memenuhi batas minimum spesifikasi konsumen, mendeteksi penyebab dan memperbaiki penyebab tersebut, meningkatkan produktivitas, mengurangi kerugian, dan meningkatkan kepercayaan konsumen. Hasil dari penelitian ini adalah *seven tools* dan FMEA mampu mengendalikan *defect* produk, persentase *defect* produk yang dihasilkan sebesar 22.5%, penyebab *defect* produk disebabkan oleh 4 faktor yakni mesin, manusia, metode, dan bahan baku. Sedangkan berdasarkan analisa FMEA diperoleh penyebab utama *defect* produk adalah mesin, dan diusulkan *setting control* terhadap mesin.

Kata kunci: *Defect Product*, FMEA, Kualitas Produk, *Seven Tools*.

QUALITY CONTROL OF INK BOTTLES IN EFFORTS TO CONTROL DEFECT PRODUCTS IN CANDI PLASTIK HOME INDUSTRY

Nama mahasiswa : Tri Ilma Sari
NRP : 09211850013026
Pembimbing : Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

Quality is one of the most important things in terms of competition between companies. Products that are not of quality will be rejected. Many home industries lose competitiveness in terms of quality, it could be due to inaccurate machining. This causes a lot of product defects. A dozen years this home industry was established, but has not yet met the minimum target defect target of products set by consumers. Quite a lot of products have to be replaced and reworked. So we need a tool to control quality and detect the causes of product defects and then repair the cause. Seven tools are the seven basic tools that are able to solve the quality problems faced by production. Failure Mode Effect Analysis (FMEA) is a tool to detect the causes of production failures. The application of these two tools is expected to be able to control quality, meet the minimum specifications of consumers, detect the causes and correct the causes, increase productivity, reduce losses, and increase consumer confidence. The results of this study are seven tools and FMEA able to control product defects, the percentage of product defects produced by 22.5%, the cause of product defects is caused by 4 factors namely machinery, humans, methods, and raw materials. Whereas based on FMEA analysis, the main cause of product defects is the machine, and proposed control settings of the machine.

Key words: Defective Products, FMEA, Product Quality, and Seven Tools.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan berkat, karunia dan rahmat-Nya sehingga terselesaikan tesis ini dengan baik. Tesis yang berjudul “Pengendalian Kualitas Botol Tinta Dalam Upaya Mengendalikan *Defect* Produk Pada *Home Industry* Candi Plastik” telah diselesaikan dan diharapkan mampu diwujudkan menjadi sebuah penelitian yang bermanfaat bagi semua orang dan khususnya bagi bisnis usaha botol plastik. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang tua tercinta, yang sudah memberi dukungan penuh, doa-doa yang tiada hentinya, serta kasih sayang.
2. Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing, yang membimbing dengan tulus dan sabar dalam memberikan arahan serta bimbingannya selama proses penulisan berlangsung.
3. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D selaku Kepala Departemen Manajemen Teknologi yang telah memberikan banyak arahan dan nasehat tentang cara menjalani proses pembelajaran di MMT dengan baik.
4. Ibu Dyah Santhi Dewi, ST, MEngSc, Ph.D. dan Dr. Ir. Bustanul Arifin Noer, MSc selaku dosen penguji proposal tesis, yang memberikan saran sehingga menjadikan proposal tesis lebih baik lagi.
5. Dr. Ir. Bustanul Arifin Noer, MSc, dan Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, MEngSc selaku dosen penguji tesis yang memberikan banyak saran sehingga menjadikan tesis lebih baik dan sempurna.
6. Teman-teman Manajemen Industri dan teman-teman lainnya, yang telah banyak membantu baik dalam kelas maupun diluar kelas dalam memberikan dukungan, menciptakan kondisi belajar yang nyaman, dan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penyusunan tesis ini, tentunya banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis juga menyadari bahwa masih membutuhkan kritik dan saran yang diharapkan mampu membangun dan memperbaiki penelitian ini, sehingga bermanfaat bagi semua pihak. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu dan senantiasa dirahmati dan diridhoi Allah SWT. Amiin.

Surabaya, Januari 2020

Penulis,

Tri Ilma Sari

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
ABSTRAK BAHASA INDONESIA.....	iii
ABSTRAK BAHASA INGGRIS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	3
DAFTAR GAMBAR	5
BAB 1 PENDAHULUAN	7
2.1 Latar belakang	7
2.2 Rumusan Masalah.....	14
2.3 Tujuan	14
2.4 Kontribusi Penulisan.....	14
2.5 Sistematika penulis	14
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	17
2.1 Klasifikasi Perusahaan.....	17
2.2 Profil Perusahaan	18
2.3 Standar Kualitas Produk	19
2.4 <i>Critical To Quality of Plastic Bottles</i>	24
2.5 Kualitas botol plastik.....	27
2.6 <i>Statistical Quality Control (SQC)</i>	30
2.7 <i>Seven Tools</i>	31
a. Check Sheet	31
b. Histogram	32
c. <i>Flowchart</i>	32
d. Diagram Pareto	32
e. Diagram Sebab Akibat.....	32
f. <i>Scatter Diagram</i>	33
g. Peta Kendali.....	33

2.8 Melakukan uji kecukupan data.....	39
2.9 <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA).....	40
2.8 Penelitian Terdahulu.....	43
BAB 3 METODE PENELITIAN	45
3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel	45
3.1.1 Variabel Penelitian.....	45
3.1.2 Definisi Operasional Variabel.....	45
3.2 Pendahuluan dan Perumusan Masalah	45
3.3 Pengukuran Kualitas Secara Atribut	47
3.4 Jenis dan Sumber Data	48
3.4.1 Jenis Data.....	48
3.4.2 Sumber Data.....	49
3.5 Metode Pengumpulan Data	49
3.6 Metode Analisis Data	49
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 <i>Check Sheet</i>	53
4.2 Histogram	55
4.3 Flowchart.....	56
4.4 Diagram Pareto.....	60
4.5 Diagram Sebab Akibat	61
4.6 <i>Scatter Diagram</i>	66
4.7 Peta Kendali	68
6.8 FMEA.....	72
BAB 5 KESIMPULAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN	85

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rincian kerugian <i>home industry</i> botol plastik pada 10 tahun silam	11
Tabel 2.1 Hubungan tujuh alat bantu kualitas dengan siklus PDCA	39
Tabel 2.2 Skala <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> , dan <i>Detection</i>	42
Tabel 2.3 Daftar Metode Peneliti Terdahulu	43
Tabel 4. 1 <i>Check sheet defect product</i> botol plastik.....	53
Tabel 4.2 Data prosentase cacat produk berdasarkan jenisnya	60
Tabel 4.3 Analisis FMEA pada <i>home industry</i> botol plastik	72
Tabel 4.4 Hasil score RPN	73

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Botol plastik untuk tempat tinta merk yamura.....	8
Gambar 1.2 Botol plastik dengan kondisi kotor, buntu, dan setengah buntu.	9
Gambar 1.3 <i>Diagram of % defect product</i> per periode pada satu tahun.....	11
Gambar 2.1 Sistem produksi perusahaan berdasarkan jenisnya.	18
Gambar 2.2 Identifikasi jenis plastik....	27
Gambar 2.3 Beberapa kelainan pada peta kendali yang mengisyaratkan adanya penyebab faktor luar yang bisa ditelusuri (<i>assignable causes</i>) atau sebab khusus.	35
Gambar 3. 1 Diagram alir produksi botol.....	46
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 4.1 Histogram <i>defect product</i> botol plastik.....	56
Gambar 4.2 Diagram alir proses produksi botol plastik	57
Gambar 4.3 Mesin operasional produksi botol plastik (bagian awal).....	59
Gambar 4.4 Mesin operasional produksi botol plastik (bagian akhir).....	60
Gambar 4.5 Diagram pareto produk cacat botol plastik	61
Gambar 4.6 Diagram sebab akibat botol plastik penyok	62
Gambar 4.7 Diagram sebab akibat botol plastik setengah buntu	63
Gambar 4.8 Diagram sebab akibat botol plastik kotor.....	64
Gambar 4.9 Hasil produksi botol plastik untuk lem dan untuk tinta	65
Gambar 4.10 Hasil stel mesin terhadap mold yang kurang panas	65
Gambar 4.11 <i>Scatterplot</i> botol plastik setengah buntu <i>versus</i> botol plastik penyok ..	66
Gambar 4.12 <i>Scatterplot</i> botol plastik kotor <i>versus</i> botol plastik setengah buntu.....	67
Gambar 4.13 <i>Scatterplot</i> botol plastik kotor <i>versus</i> botol plastik penyok	68
Gambar 4.14 Uji normalitas <i>Ryan Joiner</i>	69
Gambar 4.15 Peta P Data <i>Defect Product</i> (Tak terkendali)	70
Gambar 4.16 Peta P Data <i>Defect Product</i> (Terkendali).....	71

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

2.1 Latar belakang

Produk yang berkualitas adalah produk yang memiliki standar, dimana standar tersebut telah ditentukan oleh konsumen. Produk yang tidak tidak berkualitas dan belum memenuhi standar dari konsumen merupakan produk cacat. Produk cacat dilakukan *rework* membutuhkan biaya dan membuat produk berkualitas ulang juga membutuhkan biaya lagi. Sehingga banyaknya produk cacat yang dihasilkan dalam satu proses dapat mengakibatkan kerugian dan kehilangan pelanggan. Kini setiap industri saling berkompetisi, berlomba-lomba dalam memenangkan bisnis, mencakup pasar yang luas, meningkatkan kualitas, dan lain sebagainya. Memainkan kualitas produk merupakan salah satu cara untuk dapat bersaing antar perusahaan. Konsumen semakin pintar dan menginginkan apa yang ia mau, sehingga kualitas juga penting dalam berkompetisi. Perusahaan harus dapat bersaing dengan kompetitor lainnya dalam hal kualitas dan mengimbangi faktor lain (Putro, 2018).

Taktik dan strategi perusahaan perlu dilakukan untuk dapat bersaing dengan perusahaan lain dan mampu mencakup pasar lebih luas. Permasalahan kualitas merupakan salah satu taktik dan strategi perusahaan. Perusahaan pemerintah atau perusahaan lain yang mampu bersaing sampai saat ini merupakan perusahaan yang telah menerapkan sistem pengendalian kualitas yang baik dan mampu mempertahankan kualitas produknya. Perusahaan-perusahaan ini sudah menggunakan sistem yang canggih dalam mengendalikan kualitas. Namun jika melihat *home industry* saat ini, mereka sedang berusaha berlomba-lomba untuk mencakup pasar lebih luas dan belajar mengenai pengendalian kualitas yang baik.

Kualitas produk dapat didefinisikan sebagai ukuran atau tingkat kesesuaian produk dengan kriteria konsumen, atau bisa disimpulkan bahwa produk berkualitas merupakan kesesuaian produk yang telah ditentukan oleh konsumen. Suatu perusahaan atau produsen harus mampu mengetahui bagaimana standar dari konsumen. Hal ini

diperlukan untuk menghindari kerugian dari perusahaan serta meningkatkan cakupan pasar yang lebih luas. Untuk meningkatkan kualitas atau menjaga kualitas agar sesuai dengan konsumen, maka perlu faktor pengendalian kualitas produk (Putro, 2018).

Sebuah *home industry* yang akan diteliti memiliki masalah dalam hal mengendalikan kualitas produknya. *Home industry* ini bergerak dalam bidang pembuatan produk botol plastik dan memproduksi barang tersebut tergantung adanya pesanan dari konsumen. Konsumennya bukan *end user* melainkan sebuah perusahaan yang akan menjual produknya lagi kepada *end user*. Ada beberapa macam botol plastik yang diproduksi seperti botol lem, botol tinta, botol kompos cair, dan lain sebagainya. *Home industry* ini pernah mengalami permasalahan yang cukup rumit, yakni menghasilkan *defect* produk yang cukup besar dalam sekali produksi. Diperkirakan *defect* produk tersebut sekitar 50% pada 9 tahun yang lalu. Dengan seiring berjalannya waktu, *defect* produk tersebut mulai menurun, namun penurunan tersebut masih di atas standar permintaan konsumen. *Home industry* ini rata-rata memproduksi satu jenis botol 3500 per hari dan berjalan kontinyu setiap hari. Penghasilan kotor rata-rata yang didapat yakni sebesar 20 juta per bulan untuk satu jenis botol saja.



Gambar 1.1 Botol plastik untuk tempat tinta merk yamura (Sumber: *home industry* botol plastik, 2019)



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1.2 Botol plastik dengan kondisi (a) sempurna, (b) penyok, (c) kotor, dan (d) setengah lubang (Sumber: *home industry* botol plastik, 2019)

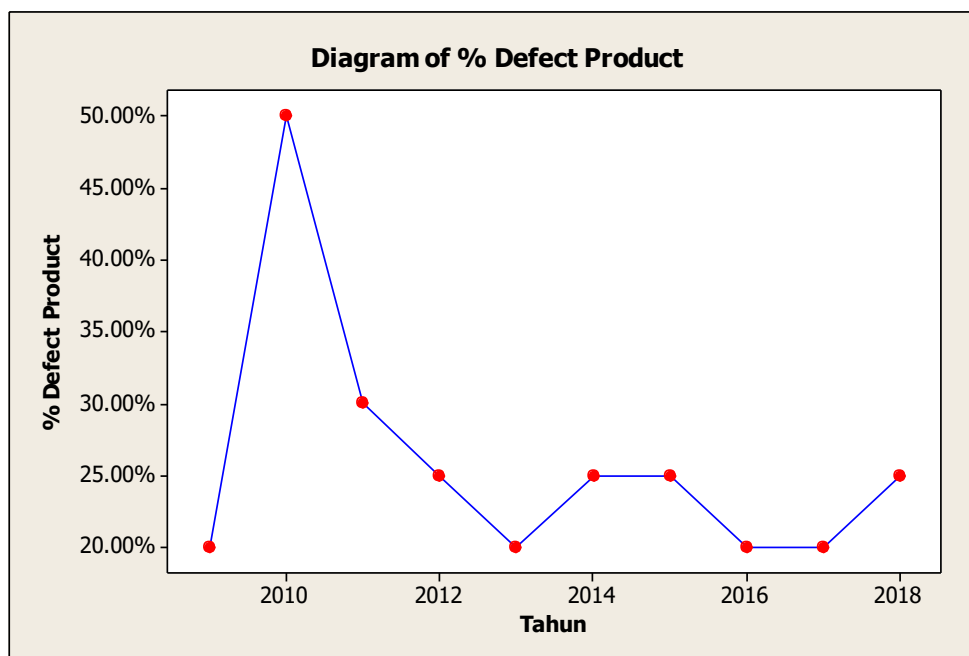
Permasalahan utama yang dihadapi oleh *home industry* ini terletak pada *defect product* yang dihasilkan. *Defect product* dalam penelitian ini digolongkan menjadi tiga jenis, yakni: botol penyok, botol setengah lubang atau setengah buntu, dan botol kotor

seperti pada Gambar 1.2. Botol plastik yang akan diteliti yakni botol tinta merk Yamura seperti pada Gambar 1.1. Jika permasalahan ini hanya terjadi pada produksi satu jenis botol saja mungkin bisa diperbaiki dan tidak berdampak terlalu besar bagi *home industry*. Namun permasalahan ini berdampak pada produksi botol jenis yang lainnya, dimana masing-masing jenis botol yang diproduksi berasal dari konsumen yang berbeda-beda. Masing-masing konsumen tentunya memiliki standar kualitas dan menerapkan peraturan yang berbeda-beda pula. Apabila satu konsumen menerapkan peraturan untuk menerima *defect product* melebihi standar konsumen namun ada perjanjian untuk digantinya *defect product* tersebut di akhir pemesanan, hal itu merupakan permasalahan yang dapat dikendalikan. Namun jika konsumen lain memiliki peraturan dan standar yang ketat maka akan menjadi masalah bagi *home industry* ini. Sehingga permasalahan *defect product* pada satu jenis produk saja berakibat pada jenis produk yang lainnya, selain itu juga berakibat pada bagaimana menjalin kerjasama dengan masing-masing konsumen. *Home industry* tersebut masih menggunakan mesin lama dan belum dilakukan pembaharuan, sehingga masih banyak perlakuan terhadap mesin agar dapat menghasilkan produk yang baik. *Home industry* dengan keterbatasan mesin dan metode yang terbatas masih tetap ada, namun tidak sebanyak dulu karena banyak yang gulung tikar akibat tidak dapat bersaing dengan perusahaan yang sudah menggunakan metode yang modern. Berbagai permasalahan di penelitian ini tidak menutup kemungkinan terjadi juga pada *home industry* lain dengan keadaan mesin dan metode yang serba terbatas. Oleh sebab itu, permasalahan yang cukup kompleks ini sangat perlu dilakukan penelitian karena berdampak pada internal *home industry* dan eksternal. Apabila penelitian ini mampu membantu permasalahan pada satu *home industry* maka tidak menutup kemungkinan dapat membantu pada *home industry* lainnya sehingga mampu sebagai subvendor perusahaan atau bahkan dapat bersaing dengan perusahaan.

Tabel 1.1 Rincian kerugian *home industry* botol plastik pada 10 tahun silam

Tahun	Rata-rata % <i>defect product</i> per bulan	Labar kotor	Rata-rata kerugian per bulan
2018	25%	20,000,000	5,000,000
2017	20%		4,000,000
2016	20%		4,000,000
2015	25%		5,000,000
2014	25%		5,000,000
2013	20%		4,000,000
2012	25%		5,000,000
2011	30%		6,000,000
2010	50%		10,000,000
2009	20%		4,000,000

Sumber: *home industry* botol plastik, 2019



Gambar 1. 3 *Diagram of % defect product* per periode pada satu tahun (Sumber: *home industry* botol plastik, 2019)

Gambar 1.3 menggambarkan data rata-rata *defect product* yang dihasilkan pada satu bulan di tahun itu. Dapat dilihat bahwa prosentasi *defect product* cukup stabil,

namun besar *defect product* yang diperoleh cukup besar. Sedangkan sekarang ini *home industry* maupun perusahaan lain sedang berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas serta menjaga kualitas agar tetap baik. Namun jika prosentasi *defect product* melebihi 5%-10% maka bisa dimungkinkan *home industry* tersebut tidak dapat bersaing terus-menerus. Apalagi jika dikaitkan dengan nilai rupiah, maka kerugiannya tidak sedikit. Tabel 1.1 menunjukkan kerugian *home industry* pada 10 tahun terakhir. Dari tabel tersebut terlihat adanya kerugian yang cukup besar pada 9 tahun silam dengan nilai uang 10 juta. Nominal sekian bukanlah nilai yang kecil bagi *home industry*, apalagi dengan kondisi persaingan yang sangat ketat dan mulai menurunnya performa *home industry* dibanding dengan perusahaan yang telah maju. *Defect* produk dapat di olah kembali menjadi biji plastik daur ulang, namun tidak semua dapat didaur ulang. Botol yang rusak dan belum terkontaminasi dengan zat lain, masih dapat didaur ulang, namun apabila sudah dicampur dengan bahan lain (tercampur tinta) maka warna botol tidak lagi berwarna putih, sehingga tidak dapat didaur ulang. Selain itu, botol yang terlalu sering diolah menjadi biji plastik daur ulang, tidak dapat digunakan kembali, karena keelastisan botol sudah berubah. Permasalahan yang cukup kompleks dan ditambah dengan kerugian yang tidak sedikit membuat peneliti ingin membantu untuk menguraikan permasalahan, menganalisa, dan memberi solusi agar *home industry* dapat terbantu dari permasalahan tersebut.

Tujuan utama dari pengendalian produk suatu unit bisnis ini adalah untuk mendapatkan kualitas produk yang memenuhi standar, sehingga mendapatkan kepercayaan konsumen dan mampu bersaing dengan *home industry* lainnya. Standar kualitas yang dimaksud yakni standar produk dari bahan baku, proses produksi, dan produk jadi. Oleh sebab itu, perusahaan harus menerapkan standar dari mulai bahan baku sampai dengan produk jadi. Standar tersebut harus disesuaikan dengan kriteria konsumen (Ilham, 2014).

Banyak metode yang digunakan untuk membahas kualitas dengan karakteristiknya masing-masing. Metode untuk mengendalikan kualitas diantaranya

ada peta kendali P, peta kendali R, dan lain-lain. Untuk mengendalikan kualitas produk agar lebih akurat maka tidak cukup hanya menggunakan satu metode saja. Tentunya perlu metode lain untuk menunjang metode pengendalian kualitas produk, metode pengendalian kualitas dan metode analisis penyebabnya. Kedua metode tersebut cukup banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu untuk mengendalikan kualitas produk disuatu perusahaan tertentu (Khomah and Siti Rahayu, 2015). Metode pengendalian kualitas antara lain peta kendali, *seven tools*, *quality management*, dan lain sebagainya. Metode analisis penyebabnya adalah FMEA, diagram sebab akibat, dan lain sebagainya. Antar metode tersebut saling berhubungan satu dengan yang lainnya untuk mengurangi *defect product*.

Unit usaha pembuat botol plastik yang berada didaerah Sidoarjo merupakan suatu unit usaha perorangan yang memproduksi botol plastik berdasarkan pesanan suatu pabrik. Unit usaha ini memproduksi berdasarkan pesanan saja. Setiap produk dihasilkan menggunakan proses pengerjaan yang sama yaitu proses *order*, fiksasi *order*, pencairan biji plastik, pembentukan botol, *finishing*, *sortir*, *packing* dan pengantaran produk. Beberapa produk dari unit bisnis ini adalah botol lem, botol tinta, botol oli, dan botol pupuk. Masing-masing produk memiliki spesifikasi masing-masing. Perbedaan antar produk tersebut terletak pada ukuran dan ada tidaknya proses pewarnaan pada botol. Unit bisnis ini menggunakan mesin yang sudah lama dan pengendalian kualitas manual tanpa metode tertentu. Sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama dalam memproduksi suatu botol serta dalam mengamati cacat produk, karena mesin yang belum maksimal (belum otomatis) dan ditambah lagi proses *sortir* yang manual. Hal tersebut membuat hpp (harga pokok penjualan) dari suatu poduk menjadi lebih tinggi dibanding unit bisnis pesaing dan memakan waktu yang cukup lama.

Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan metode untuk mengendalikan kualitas disuatu unit usaha yang memiliki masalah dengan mengendalikan kualitas produk. Sehingga suatu unit usaha tersebut mampu meningkatkan kepercayaan

kerjasama dengan unit usaha lain, mampu meningkatkan kualitas dengan unit bisnis pesaing, serta meningkatkan pendapatan.

2.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ingin diselesaikan pada kasus ini yakni:

1. Bagaimana membuat peta kendali dan tabel FMEA untuk mengendalikan kualitas produk botol plastik?
2. Apakah penyebab dari produk botol plastik yang tidak berkualitas?
3. Apakah kedua metode tersebut dapat diterapkan untuk mengendalikan kualitas serta memperbaiki penyebab produk botol plastik yang tidak berkualitas?

2.3 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang peta kendali dan tabel FMEA untuk mengendalikan kualitas produk botol plastik.
2. Memperoleh analisa penyebab dari produk botol plastik yang tidak berkualitas.
3. Memberikan solusi untuk mengendalikan kualitas produk botol plastik serta memperbaiki penyebabnya.

2.4 Kontribusi Penulisan

Kontribusi yang diharapkan dapat membantu *home industry* botol plastik dalam mengendalikan kualitas produk botol tinta serta memperbaiki penyebab produk tak berkualitas, sehingga dapat meningkatkan produktivitas, pendapatan, meningkatkan kepercayaan konsumen dan membidik pasar lebih luas.

2.5 Sistematika penulis

Pada penelitian ini menggunakan sistematika penulisan yang akan dijelaskan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 pendahuluan, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah penelitian, kontribusi bagi unit bisnis, serta sistematika

penulisan. Pada bagian ini menjelaskan apa yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian, bagaimana kondisi perusahaan baik ditinjau dari data kuantitatif maupun kualitatif. Kemudian dari permasalahan tersebut membuat poin-poin untuk dilakukan analisa lebih lanjut dengan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 tinjauan pustaka berisi penjelasan mengenai studi literatur yang digunakan selama penelitian berlangsung, yang meliputi Klasifikasi Perusahaan, Standar Kualitas Produk, *Critical to Quality (CTQ) of Plastic Bottles*, Kualitas botol plastik, *Seven Tools*, *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*. Klasifikasi perusahaan menjelaskan perbedaan perusahaan dalam memproduksi suatu barang, standar kualitas menjelaskan bagaimana menentukan kualitas yang baik, *CTQ of plastic bottles* menjelaskan mengenai kualitas kritis botol plastik, kualitas botol plastik menjelaskan spesifikasi beberapa jenis botol plastik, *seven tools* dan FMEA menjelaskan mengenai metode pengendalian kualitas produk dan bagaimana menganalisa penyebab produksi botol plastik yang tidak berkualitas.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab 3 metode penelitian ini dijelaskan mengenai metodologi atau tahapan-tahapan yang dilakukan penulis dalam penelitian. Penyusunan metodologi dapat membantu secara sistematis dalam menyelesaikan suatu permasalahan secara runtut dan sistematis.

BAB 4 PEMBAHASAN

Pada bab 4 pembahasan ini dijelaskan mengenai pembahasan yang dilakukan penulis dalam penelitian. Penyusunan pembahasan ini meliputi proses pengumpulan data, pengujian data, pengolahan data dan simulasi data. Semua proses tersebut akan dikaji dalam suatu pembahasan yang dalam dikaitkan dengan teori-teori yang sudah ada.

BAB 5 KESIMPULAN & SARAN

Bab 5 kesimpulan dan saran ini adalah tahapan penarikan kesimpulan, yang merupakan tahapan terakhir penelitian yang dilakukan. Kesimpulan diharapkan dapat menjawab tujuan yang telah direncanakan pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi produk berdasarkan standar yang diinginkan konsumen, merancang peta kendali dan tabel FMEA untuk mengendalikan kualitas produk, memperoleh kesesuaian kualitas produk dengan standar konsumen, dan memperoleh analisa penyebab dari produk yang tidak berkualitas.

BAB 2

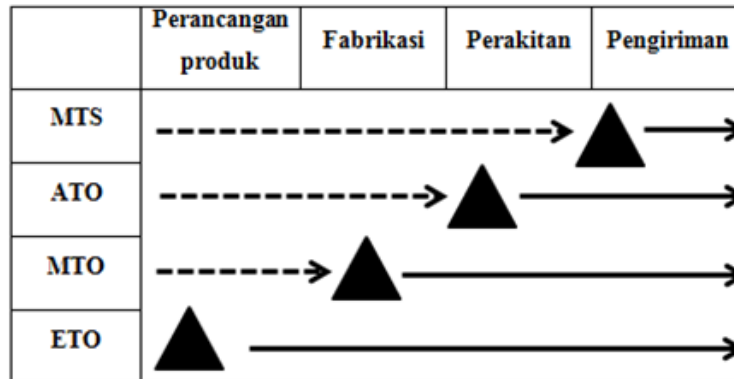
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Perusahaan

Suatu perusahaan dalam menjalankan bisnisnya memiliki karakter masing-masing. Perbedaan tersebut terletak pada apa yang dijual dan bagaimana sistem bisnis yang tepat untuk menjual tersebut. Ada perusahaan yang menjual produk, ada pula yang menjual jasa. Masing-masing perusahaan memiliki sistem sendiri baik untuk perusahaan produksi barang atau jasa. Perusahaan penghasil produk juga dibedakan lagi berdasarkan proses produksinya, ada perusahaan yang menjual barang jadi, barang setengah jadi, dan barang mentah. Demikian pula jika yang dijual adalah jasa. Pada umumnya, proses produksi secara garis besar dibedakan menjadi empat, yaitu perancangan produk, fabrikasi komponen atau pembuatan *assembly*, perakitan produk akhir, dan yang terakhir pengiriman produk ke pelanggan. Sebuah perusahaan yang bagus adalah perusahaan yang memiliki sistem produksi terintegrasi, ini dilakukan untuk memberikan nilai tambah pada barang produksi. Dari segi tujuan, sistem produksi dari suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu

1. *Engineering To Order* (ETO), sebuah perusahaan yang memulai kegiatan produksi ketika adanya pesanan dari konsumen, sehingga perusahaan tidak memiliki resiko penyimpanan (*inventory*). Perusahaan dengan jenis ini disebut juga perusahaan berbasis proyek, karena melakukan kegiatan usaha dari mendesain barang sampai dengan pengiriman barang.
2. *Make To Order* (MTO), sebuah perusahaan yang memulai kegiatan usaha ketika sudah menerima desain yang telah jadi dari konsumen. Setelah mendapat desain tersebut, perusahaan memulai kegiatan fabrikasi bahan baku yang ada pada *inventory*.
3. *Assembly To Order* (ATO), sebuah perusahaan yang menjalankan bisnisnya dengan membuat desain standar berdasarkan model model standar, serta merakit sesuai kombinasi tertentu dari modul-modul tersebut sesuai dengan permintaan konsumen.

4. *Make To Stock* (MTS), sebuah perusahaan yang menjalankan bisnisnya dengan membuat produk terlebih dahulu sebagai persediaan, produk tersebut disimpan sebelum ada permintaan dari konsumen. Kondisi bisnis ini memiliki barang yang cukup banyak di *inventory*, dan perusahaan berfokus untuk mengurangi penyimpanannya dengan mempercepat penyaluran barang ke konsumen.



Gambar 2.1 Sistem produksi perusahaan berdasarkan jenisnya (Pujawan, 2017).

2.2 Profil Perusahaan

Objek penelitian merupakan sebuah *home industry* yang memproduksi botol plastik. Produk yang dihasilkan ada beberapa macam, botol lem, botol tinta, botol kompos, dan lain sebagainya. Sistem produksi botol plastik ini berdasarkan pesanan konsumen saja, konsumen yang dimaksud adalah sebuah perusahaan cukup besar yang akan diproses lebih lanjut lagi dan akan di distribusikan kepada *end user*. Proses produksi botol dimulai dari pemesanan dari konsumen, jika konsumen baru maka akan dibuatkan matras cetakan atau matras cetakan tersebut dari konsumen. Apabila konsumen lama, maka akan menggunakan matras lama. Setelah matras sudah ada, kemudian dilanjutkan untuk penyiapan biji plastik untuk proses pembuatan botol. Biji plastik yang digunakan yakni biji plastik baru dan atau ada campuran biji plastik olahan daur ulang. Pembuatan botol plastik dengan 100% biji plastik dan campuran, perlu diperhatikan secara khusus. Hal ini dikarenakan akan mempengaruhi warna dari botol plastik tersebut dan faktor yang lainnya, sehingga pada *home industry* ini menerapkan 100% biji plastik murni dan atau 20% biji plastik daur ulang dan 80% biji plastik murni.

Setelah biji plastik telah disiapkan, selanjutnya adalah pemanasan mesin terlebih dahulu, proses pemanasan mesin sekitar setengah jam setelah itu dilakukan proses stel mesin. Proses stel mesin ini adalah memasukkan biji plastik ke dalam mesin yang sudah disiapkan (sudah panas), biji plastik tersebut meleleh, kemudian lelehan biji plastik masuk melalui tube kecil menuju ke matras cetakan, dan jadilah sebuah produk botol plastik. Produk tersebut dilihat hasilnya, apakah hasil sudah baik atau belum, apakah panas mesin kurang atau malah terlalu panas, sehingga perlu dilakukan stel mesin terutama suhunya untuk mendapatkan sebuah produk yang baik. Jadi waktu yang dibutuhkan mesin untuk pemanasan hingga penyetelan mesin kurang lebih sekitar satu jam. Setelah penyetelan mesin selesai, kemudian produksi botol berjalan. Disisi lain, juga ada pembuatan tutup botol, jadi ketika mesin pembuat botol sudah siap produksi maka selanjutnya ke mesin pembuat tutup botol nya. Proses pembuat botol juga sama seperti sebelumnya. Setelah semua berjalan bersamaan, kemudian dilakukan sortir pada botol dan tutup botol secara manual. Botol yang dihasilkan tidak semuanya 100% baik, ada produk yang cacat. Klasifikasi produk cacat pada kasus ini adalah botol penyok, botol setengah buntu, dan terdapat kotoran didalam botol.

2.3 Standar Kualitas Produk

Salah satu kunci kesuksesan dan kemakmuran sebuah perusahaan adalah kualitas sebuah produk. Produk merupakan salah satu yang bermanfaat untuk keperluan konsumen. Menurut Philip (2012) arti dari kualitas produk adalah *“the ability of a product to perform its functions, it includes the product’s overall durability, reliability, precision, ease of operation and repair, and other valued attributes”* yang artinya kemampuan dari sebuah produk dalam memvisualisasikan manfaatnya, hal tersebut termasuk ketepatan, durabilitas, reliabilitas, reparasi produk dan kemudahan pengoperasian, serta atribut produk lainnya. *Positioning* pemasaran sebuah produk salah satunya adalah kualitas produk. Kepuasan pelanggan memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kualitas produk (Yafie, Suharyono and Abdillah, 2016).

Barang maupun jasa merupakan produk kualitas yang perlu ditentukan berdasarkan dimensi-dimensinya. Berikut merupakan dimensi kualitas produk menurut David (1988). Dimensi kualitas produk terdiri dari delapan dimensi, yakni:

1. *Performance*, merupakan ciri-ciri pengoperasian produk dari suatu inti produk (*core product*)
2. *Reability*, merupakan sebuah kehandalan yang dimiliki produk
3. *Features*, merupakan produk dengan ciri khusus atau keistimewaan tambahan
4. *Comformance to specification*, merupakan sebuah kesesuaian produk dengan spesifikasinya.
5. *Durability* (daya tahan), merupakan ketahanan sebuah produk.
6. *Serviceability*, merupakan produk yang memiliki kenyamanan, nilai kemudahan layanan reparasi, kecepatan, kompetensi, dan penanganan keluhan yang memuaskan.
7. *Esthetic* (estetika), merupakan ketertarikan produk melalui panca indera.
8. *Perceived quality*, merupakan sebuah reputasi sebuah produk, dan adanya pertanggungjawaban perusahaan terhadap dua hal tersebut.

Menurut Assauri (1993) faktor-faktor Pengendalian Kualitas yakni sebagai berikut:

1. Kemampuan proses

Standar kualitas atau target minimum kualitas produk yang diinginkan konsumen harus berdasarkan kemampuan proses mesin dan sumber daya yang ada. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan kemampuan mesin, dan sumber daya yang dimiliki.

2. Spesifikasi yang berlaku

Spesifikasi yang masih berlaku dibutuhkan sebuah produk untuk dicapai agar mampu memenuhi kebutuhan konsumen.

3. Tingkat minimum ketidaksesuaian

Sebuah produk setelah masuk pada sistem produksi pasti tidak semua sempurna hasilnya. Oleh hal itu ada sebuah produk yang berada di bawah standar, sehingga diperlukan pengendalian proses dengan tujuan untuk meminimalisir produk yang kurang terstandar. Tingkat pengendalian produk yang dilakukan berdasarkan spesifikasi atau batas minimal yang telah ditentukan. Jika pengendalian produk dibawah standar ada banyak, maka perlu ditinjau lagi kemampuan prosesnya.

4. Biaya kualitas

Peningkatan kualitas produk tidak hanya membutuhkan proses yang baik dan terstandar, namun juga memerlukan biaya untuk meningkatkan kualitas produk. Sehingga biaya dan kualitas memiliki hubungan yang sebanding. Semakin banyak biaya yang dikeluarkan maka produk akan semakin berkualitas, namun tidak semua biaya yang dikeluarkan akan meningkatkan kualitas produk, tergantung bagaimana mengelola biaya tersebut agar mampu mengelola kualitas dengan baik. Berikut adalah macam-macam biaya untuk meningkatkan kualitas produk menurut (Bank, 1992).

a. Biaya Pencegahan (*Prevention Cost*)

Sebuah produk agar tetap berkualitas maka diperlukan biaya lain seperti biaya pencegahan. Biaya ini digunakan mencegah terjadinya hal-hal buruk yang mempengaruhi kualitas produk. Biaya ini termasuk biaya perawatan, pemeliharaan sistem, dan lain-lain.

b. Biaya Deteksi/ Penilaian (*Detection/ Appraisal Cost*)

Sebuah produk tidak cukup dengan pengendalian diawal saja, namun perlu dilakukan deteksi pada setiap proses dari awal sampai dengan akhir. Untuk itu diperlukan sebuah biaya deteksi untuk menjaga kualitas produk apabila terjadi keanomalian proses yang mempengaruhi kualitas produk.

c. Biaya Kegagalan Internal (*Internal Failure Cost*)

Sebuah produk yang telah diproses dan akan dikirim biasanya dilakukan inspeksi terlebih dahulu, dan biasanya terdapat beberapa produk yang kurang sesuai

dari permintaan konsumen. Oleh sebab itu dibutuhkan lagi biaya untuk menyesuaikan produk dengan standar yang diinginkan konsumen sebelum produk tersebut dikirim ke konsumen.

d. Biaya Kegagalan Eksternal (*Eksternal Failure Cost*)

Produk yang telah dikirimkan kepada konsumen, tidak semua pesanan sesuai dengan permintaan konsumen atau kesepakatan perjanjian yang telah dibuat di awalnya. Sehingga konsumen menginginkan pengajuan biaya atau penukaran produk. Oleh sebab itu diperlukan biaya untuk mengganti atau menangani kejadian ini.

Tahapan Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas suatu produk diperlukan teknik-teknik tertentu agar mendapatkan kualitas produk yang sesuai dengan standar kebutuhan konsumen. Teknik ini dibutuhkan karena banyak produk yang kurang memenuhi standar konsumen. Usaha menjaga kualitas produk yang telah ditentukan oleh perusahaan terdapat beberapa standar kualitas, yakni diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Bahan baku yang digunakan harus memenuhi standar
- b. Kualitas proses produksi seperti mesin dan tenaga kerja harus terstandar
- c. Barang setengah jadi harus memiliki kualitas standar
- d. Barang jadi harus memiliki kualitas standar
- e. Proses finalisasi seperti pengepakan, administrasi sampai dengan pengiriman produk sampai konsumennya harus terstandar juga.

Tahapan pengendalian kualitas produk sangat luas dan menyeluruh, oleh sebab itu harus diperhatikan secara khusus dan detail mengenai pengaruh terhadap kualitas produk. Pengendalian kualitas atau pengawasan kualitas produk pada sebuah manufaktur dilakukan dengan berbagai tahap, yakni meliputi sebagai berikut:

1. Kualitas produk awal sebelum diproduksi (bahan mentah) seperti bahan baku, bahan penolong dan lain lain. Selanjutnya bahan ketika dalam proses

produksi serta kualitas produk jadi. Kualitas yang perlu dijaga seperti komposisi dan jumlahnya

2. Pemeriksaan pada produk setengah jadi dan produk jadi. Pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan metode sampling, hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas produk agar tetap memenuhi kebutuhan standar konsumen.
3. Pemeriksaan tahap akhir seperti cara *packing* dan pengiriman barang. Hal ini bermaksud untuk menjaga kemasan agar tetap aman dan menjaga terjadinya penyimpangan atau hal buruk terjadi.
4. Pengawasan pada semua elemen yang digunakan pada proses produksi, seperti mesin yang digunakan, tenaga kerja, serta semua fasilitas lain perusahaan yang digunakan untuk mendukung proses kerja. Pengawasan harus dilakukan secara detail dan menyeluruh, apabila terjadi penyimpangan harus segera dilakukan koreksi dan perbaikan agar sistem tidak terganggu dan tidak menyebabkan kegagalan produksi (kualitas produk menurun) (Al Fakhri, 2010).

Tahapan pengendalian atau pengawasan kualitas menurut Assauri (1993), yakni terdiri dari 2 (dua) tingkatan:

1. Pengawasan kualitas produk selama pengolahan (proses)

Pengawasan selama pengolahan produk diperlukan untuk menjaga kualitas produk, caranya yakni dengan mengambil beberapa sampel produk pada jarak waktu yang sama, kemudian dilakukan pengecekan secara statistik untuk melihat bagaimana pola kualitas produk ketika pengolahan, apakah sudah baik atau kurang baik. Apabila hasil kurang baik maka diteruskan ke produksi untuk dilakukan penyetelan ulang mesin. Pengawasan ini tidak dilakukan pada semua produk, apabila memproduksi produk dalam jumlah besar. Hanya memeriksa sebagian sampel produk saja untuk mewakili semua produk dan hemat waktu.

2. Pengawasan kualitas output produk yang telah diproduksi

Setelah produk selesai dari pengawasan proses produksi, tidak menutup kemungkinan produk cacat atau produk diluar standar masih banyak walaupun telah dilaksanakan pengawasan diawal. Hal ini mungkin terjadi karena *human eror* atau yang lainnya. Untuk meminimalisir kerusakan produk sebelum sampai pada tangan konsumen maka diperlukan pengawasan produk akhir (Yafie, Suharyono and Abdillah, 2016).

Sedangkan menurut Schroeder (2001), penerapan dan pengimplementasian perencanaan, pengembangan kualitas, dan pengendalian melalui siklus kualitas diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan spesifikasi produk yang berkualitas
2. Memutuskan metode untuk mengukur setiap spesifikasi produk
3. Menetapkan standar baku kualitas produk
4. Menentukan uji tes yang tepat untuk setiap standar
5. Mencari dan memperbaiki penyebab produk yang berkualitas rendah
6. Terus-menerus melakukan perbaikan

2.4 Critical To Quality of Plastic Bottles

Botol plastik adalah sebuah bahan yang murah, tahan lama, dan ringan, yang mudah sekali pembuatannya untuk digunakan bebrbagai produk. Namun limbah dari produk ini menyebabkan banyak masalah dan kerugian yang cukup besar. Sebagian besar, plastik diproduksi secara terus menerus digunakan dan penggunaannya hanya sekali pakai, produk ini juga tidak dapat terurai dengan lingkungan sehingga menyebabkan tercemarnya lingkungan. Energi yang digunakan untuk memproduksi plastik juga merupakan energi tidak terbarukan. Kualitas kritis yang perlu ditinjau dari botol plastik dapat dilihat dari dua sisi, yakni berdasarkan konsumen pengguna dan berdasarkan pemerintah lingkungan (*pasca* penggunaan botol). Kualitas kritis botol plastik jika dipandang berdasarkan pasca penggunaan botol, yang harus dianalisa adalah komposisi dari pembuatan botol yang bertujuan untuk mempermudah dalam

bagaimana untuk mengolah limbah tersebut (Dutta, Nadaf and Mandal, 2016) (Fadlalla, 2010).

Pada umumnya, proses daur ulang merupakan metode yang mampu mengurangi dampak lingkungan dan menipisnya sumber daya yang digunakan. Untuk mengolah limbah plastik tidaklah mudah, tidak semua botol plastik perlakuan untuk mengolah limbah adalah sama, hal tersebut dikarenakan kandungan yang terdapat pada botol plastik. Terminologi untuk daur ulang plastik rumit dan terkadang membingungkan karena beragamnya daur ulang. Terdapat empat kategori daur ulang, yakni: primer (proses ulang mekanik menjadi produk dengan sifat yang setara), sekunder (proses ulang mekanik menjadi produk yang membutuhkan sifat lebih rendah), tersier (pemulihan konstituen kimia) dan kuarter (pemulihan energi). Daur ulang primer sering disebut sebagai daur ulang *loop* tertutup, dan daur ulang sekunder sebagai penurunan peringkat. Daur ulang tersier digambarkan sebagai daur ulang bahan kimia atau bahan baku dan berlaku saat polimer depolimerisasi menjadi unsur-unsur kimianya. Daur ulang kuarter adalah pemulihan energi, energi dari limbah atau valorisasi. Plastik *biodegradable* juga dapat dibuat kompos, dan ini adalah contoh lebih lanjut dari daur ulang tersier (Hopewell, Dvorak and Kosior, 2009). Perusahaan pembuat botol harus mengetahui bagaimana komposisi pembuatan botol plastik yang tepat untuk mempermudah dalam pemrosesan daur ulang tanpa mengurangi nilai dan fungsi dari sebuah produk (Hopewell, Dvorak and Kosior, 2009; Iacovidou, Velenturf and Purnell, 2019).

Selain ditinjau dari segi *pasca* pengguna botol plastik, dapat pula ditinjau dari segi konsumen. Jika dipandang dari sisi konsumen, konsumen menginginkan botol plastik tersebut aman, dimana material kimia botol plastik tidak berinteraksi dengan material pengisinya, seperti air minum, makanan, obat-obatan. Hal tersebut harus mengetahui komposisi apa saja yang perlu diperhatikan agar kandungannya tidak membahayakan kesehatan manusia. Selain aman, konsumen juga menginginkan botol plastik tersebut dapat digunakan lagi. Oleh sebab itu pemerintah menerapkan







klasifikasi botol yang aman, baik untuk tempat sekali pakai, sebagai tempat yang dapat digunakan berulang kali, dan lain sebagainya. Baik dari segi *pasca* penggunaan botol plastik maupun dari segi konsumen, semua produk plastik telah diatur dalam peraturan negara. Berikut adalah macam-macam klasifikasi tipe botol plastik yang telah ditentukan oleh pemerintah (Briascio *et al.*, 2016):

- a. *Polyethylene Terephthalate* (PETE atau PET) yang dilambangkan simbol segitiga no 1, jika sebuah produk plastik terdapat simbol no 1 maka produk tersebut memiliki jenis polimer *Polyethylene Terephthalate* dan dapat digunakan sebagai botol plastik, botol minyak sayur, tempat makan ovenproof. Produk hanya dapat digunakan sekali pakai saja, tidak dianjurkan untuk dipakai berulang-ulang. Plastik jenis ini juga tidak dianjurkan sebagai tempat penyimpanan air panas maupun hangat, karena zat yang terdapat pada lapisan polimer pada botol akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker) dalam jangka panjang.
- b. *High Density Polyethylene* (HDPE) yang dilambangkan simbol segitiga no 2, sebuah produk disusun dari jenis polimer *High Density Polyethylene*, produk ini dapat digunakan sebagai botol susu, botol jus yang berwarna putih, serta kemasan mentega. Produk ini memiliki sifat lebih keras, kuat, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Produk berlogo simbol ini hanya mampu dipakai sekali saja.
- c. *Polyvinyl Chloride* (PVC atau V) yang dilambangkan simbol segitiga no 3, sebuah produk yang tersusun dari jenis polimer *Polyvinyl Chloride*, dapat digunakan sebagai botol deterjen, botol shampoo, dan pipa saluran. Produk ini paling sulit untuk didaur ulang, dan berbahaya. Reaksi PVC dengan makanan dapat menyebabkan beberapa penyakit berbahaya pada organ ginjal, hati, dan berat badan. Bahan ini dapat mengeluarkan racun apabila dibakar karena mengandung zat klorin.
- d. *Low Density Polyethylene* (LDPE) yang dilambangkan simbol segitiga no 4, sebuah produk yang tersusun dari jenis polimer *Low Density Polyethylene*,

dapat digunakan sebagai kantong belanja (kresek), pembungkus makanan segar, botol yang dapat ditekan. Produk ini baik sebagai tempat makanan namun sulit untuk dimusnahkan.

- e. *Polypropylene* (PP) yang dilambangkan simbol segitiga no 5, sebuah produk yang tersusun dari jenis polimer *Polypropylene*, dapat digunakan sebagai pembungkus biskuit, botol makanan, obat, dan sedotan. Produk jenis ini merupakan produk pilihan terbaik yang digunakan sebagai bahan plastik penyimpanan makanan dan minuman.
- f. *Polystyrene* (PS) yang dilambangkan simbol segitiga no 6, sebuah produk yang tersusun dari jenis polimer *Polystyrene*, dapat digunakan untuk wadah makanan beku/siap saji, styrofoam. Produk ini disarankan untuk dihindari karena berbahaya dan sulit untuk didaur ulang (Mamang, 2015).

 **IDENTIFIKASI JENIS PLASTIK**

KODE	 PETE	 HDPE	 V	 LDPE	 PP	 PS
JENIS POLIMER	PETE atau PET (Polyethylene Terephthalate)	HDPE (High Density Polyethylene)	V atau PVC (Polyvinyl Chloride)	LDPE (Low Density Polyethylene)	PP (Polypropylene)	PS (Polystyrene)
PENGUNAAN	Botol plastik, botol minyak sayur, tempat makan ovenproof	Botol susu / jus yang berwarna putih, kemasan mentega	Botol deterjen / shampoo, pipa saluran	Kantong belanja (kresek), pembungkus makanan segar, botol yang dapat ditekan	Pembungkus biskuit, botol minuman / obat, sedotan	Styrofoam, CD, wadah makanan beku / siap saji
REKOMENDASI	Sekali pakai	Sekali pakai	Sulit didaur ulang, berbahaya	Sulit dihancurkan tetapi tetap baik untuk tempat makanan	Pilihan terbaik untuk bahan plastik penyimpanan makanan dan minuman	Hindari

Gambar 2.2 Identifikasi jenis plastik (Mamang, 2015).

2.5 Kualitas botol plastik

Botol plastik disusun dari biji plastik yang memiliki beberapa macam jenis. Masing-masing botol plastik memiliki standar kualitas yang berbeda-beda berdasarkan cara pembuatan dan penggunaan botol plastik itu sendiri. Untuk penggunaannya, bahan ini dicampur dengan bahan lain guna meningkatkan nilai fungsi dari produk. Namun

penambahan bahan lain harus mematuhi peraturan yang berlaku, hal ini bermaksud untuk mempermudah proses daur ulang serta menjaga keamanan produk ketika digunakan oleh konsumen.

Botol plastik dapat disusun dengan berbagai macam jenis plastik. Masing-masing jenis plastik memiliki karakteristik sendiri-sendiri, yakni sebagai berikut (Kirwan, Plant and Strawbridge, 2011):

Polyethylene (PE)

- a. Tahan panas, titik peleburan sekitar 120°C.,
- b. Mudah diekstrusi
- c. Kepadatan 0.910-0.925 g/cm³
- d. Memiliki karakteristik berlemak pada permukaannya
- e. Macam-macam PE (LLDPE, LDPE, MDPE, HDPE)

Polypropylene (PP)

- a. Kerapatan terendah dan titik lebur tertinggi dari semua termoplastik
- b. Titik lebur tinggi, sekitar 160°C. Dapat menahan suhu hingga 115-130°C.,
- c. Permukaan halus, dan memiliki karakteristik leleh yang baik
- d. Rapuh tepat pada suhu 0°C, dan permukaan retak dibawah suhu -5°C, sehingga perlu laminasi untuk dapat digunakan dalam penyimpanan beku.

Polyethylene Terephthalate (PET atau PETE)

- a. Tahan panas, meleleh pada suhu sekitar 260°C, dan tidak menyusut dibawah 180°C
- b. Memiliki kekuatan mekanik yang sangat tinggi
- c. Fleksibel dengan suhu dingin, hingga dibawah -100°C

Polyvinyl chloride (PVC)

- a. PVC melunak pada suhu (80-95) °C
- b. Memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap lemak dan minyak

Polystyrene (PS)

- a. Titik lelehnya 210°C sampai dengan 249°C. Namun kurang dari 90°C material bahan ini sudah mulai mengalami transisi, sehingga sangat berbahaya jika digunakan sebagai tempat minuman atau makanan.
- b. Merupakan jenis termoset, termoset merupakan jenis plastik yang sangat berbahaya dan sulit untuk didaur ulang.

Kualitas botol plastik yang memiliki kegunaan sebagai tempat minum atau makanan sangat diperhatikan dalam hal pencegahan zat kimia dari plastik yang mampu tercampur dan berinteraksi dengan makanan/minuman, hal ini sangat bahaya untuk kesehatan konsumen. Harus diperhatikan bagaimana spesifikasi bahan yang akan digunakan, karena spesifikasi tersebut yang menjadi batasan untuk sebuah perusahaan dalam hal menjaga kualitas produk yang akan dijual. Salah satu contohnya yakni mengenali bagaimana interaksi dari zat botol plastik dengan makanan/minuman ketika botol tersebut dalam kondisi panas, dingin, tekanan tinggi, dan lain sebagainya. Namun berbeda halnya ketika botol plastik itu digunakan untuk tempat selain makanan, sebagai tempat bahan yang tidak membahayakan kesehatan manusia, misalnya untuk lem, tempat tinta, dan lain-lain. Kualitas botol yang digunakan seperti hal tersebut, perlu diperhatikan dalam hal proses daur ulangnya, serta proses pelabelan. Botol tersebut harus ramah lingkungan supaya mudah dalam proses daur ulang.

Botol yang berkualitas merupakan botol yang sesuai standar peraturan maupun standar yang dibutuhkan konsumen. Botol tersebut harus dilakukan beberapa uji lab untuk mengetahui apakah sudah standar berdasarkan peraturan yang ada atau belum. Uji tersebut dapat berupa uji kadar zat, uji ketahanan botol, uji tahan panas, uji tekanan, dan lain sebagainya. Program pengujian yang dilakukan harus komprehensif antara bahan baku sampai dengan barang jadi

2.6 *Statistical Quality Control (SQC)*

Pengendalian kualitas produk dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya adalah metode statistika. Metode ini cukup umum dan banyak digunakan, dan hasilnya cukup membantu dalam pengendalian kualitas produk (biaya minimum dan mencapai efisiensi produk). SQC merupakan metode yang terus berkembang dalam menjaga standar kualitas *output* produk (Al Fakhri, 2010).

Teknik penyelesaian menggunakan SQC dapat membantu dalam menganalisa, memonitor, mengendalikan, memperbaiki, dan mengelola produk dan proses kerja sistem. Secara statistik, metode pengendalian kualitas dibedakan menjadi dua, yakni (Al Fakhri, 2010):

1. *Acceptance Sampling*

Metode *acceptance sampling* merupakan metode pengendalian kualitas produk dengan cara mengambil satu contoh produk atau lebih secara acak dari seluruh jumlah produk. Produk acak yang telah diambil tersebut diperiksa, diolah sehingga mendapatkan hasil yang dapat digunakan untuk memutuskan produk tersebut diterima atau ditolak. Pemeriksaan dengan metode ini dapat digunakan untuk melihat spesifikasi produk sudah masuk dalam kriteria standar kualitas yang diinginkan atau belum. Pemeriksaan menggunakan metode ini cukup banyak digunakan dibanding dengan pemeriksaan seluruh produk, dikarenakan metode tersebut sederhana, minim biaya, dan hasil yang cukup tepat. Jika dibandingkan dengan inspeksi seluruh produk maka biaya yang dikeluarkan banyak, tidak sebanding dengan jumlah produk yang diluar batas standar.

2. *Process Control*

Pengendalian kualitas dengan *control* proses adalah pengendalian kualitas pada produk yang dianalisa dari setiap proses kerja produk atau produk yang sedang diproduksi (WIP/ *Work In Process*). Setiap tahapan proses produksi diambil sampel produk kemudian dianalisa, sehingga diperoleh informasi bahwa kualitas produk sudah baik atau belum. Jika produk belum baik maka dapat diketahui dimana proses yang

menyebabkan kualitas produk kurang baik. Ketika sudah mengetahui proses mana yang mengakibatkan kualitas produk kurang baik, maka inspeksi diberhentikan. Penyebab tersebut dianalisa agar dapat diperbaiki, setelah diperbaiki maka proses produksi dapat berjalan kembali. Proses ini tidak berhenti sampai disini, selanjutnya dilakukan pemantauan dengan pengambilan sampel secara acak untuk mempertahankan kualitas produk. Terdapat dua asumsi penting dalam pengendalian proses yakni variabilitas dan proses:

a. Variabilitas

Pengendalian kualitas tidak lepas dari variabel variabel dari spesifikasi produk. Variasi selama proses produksi selalu ada dan tidak dapat dihindari, namun dapat diperbaiki

b. Proses

Proses produksi tidak selalu dalam keadaan terkendali, hal ini diakibatkan banyak faktor seperti prosedur yang kurang jelas, *skill* operator yang kurang terlatih, dan toleransi mesin. Karena hal-hal demikian maka variasi produksi akan lebih besar.

2.7 Seven Tools

Pengendalian kualitas secara statistik menggunakan 7 (tujuh) alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengendalikan kualitas, antara lain yaitu : *check sheet*, histogram, *control chart*, diagram pareto, diagram sebab akibat, *scatter diagram* dan diagram proses.

a. **Check Sheet**

Check sheet adalah alat bantu dalam pengumpulan data sehingga mempermudah dalam pengolahan data. Format pengecekan lembaran ini dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan dan kondisi unit bisnis yang diteliti. Pengambilan data harus sesuai berdasarkan kebutuhan analisa, hal ini dibutuhkan agar data terkumpul sesuai yang diinginkan dan dapat segera dilakukan analisa pada tahap selanjutnya (Andriyani and Rumita, 2015).

b. Histogram

Setelah mendapatkan data pada *check sheet*, data tersebut dikelompokkan berdasarkan jenis cacat kemudian digambarkan pada sebuah histogram untuk mempermudah dalam menganalisis cacat produk.

c. Flowchart

Prosedur proses sebuah penelitian dapat disederhanakan dengan menggunakan diagram alir atau *flowchart*. Diagram ini mampu mengidentifikasi terjadinya permasalahan atau kemacetan aliran pada sebuah proses (*bottleneck*). Proses yang merugikan perusahaan akan mudah dideteksi dengan diagram ini, karena ditelusuri dari proses awal sampai dengan proses akhir.

d. Diagram Pareto

Diagram pareto yang dikenalkan oleh Vilfredo Pareto asal Italia ini dapat digunakan untuk menemukan permasalahan yang merupakan permasalahan utama pada proses produksi. Permasalahan utama ini yang mengakibatkan permasalahan keseluruhan produksi. Kegunaan diagram ini dapat membandingkan tiap-tiap permasalahan serta kumulatif, dapat menunjukkan skala perbaikan setelah dilakukan koreksi pada daerah tertentu, dan dapat menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah dikoreksi.

e. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat ini diperkenalkan oleh Kouru Ishikawa 1943. Diagram ini bermanfaat untuk menemukan dan menganalisa faktor yang mempengaruhi penyebab kegagalan pada output produk serta kualitas produk. Pada diagram ini tidak hanya menemukan kegagalan namun menganalisa semua yang mempengaruhi keluaran produk. Selain menemukan kegagalan dapat pula menemukan penyebab kegagalan dari permasalahan produksi. Untuk menggunakan diagram ini harus mengetahui langkah-langkah dasar, seperti berikut:

1. Menetapkan karakter atau parameter kualitas yang akan dianalisis. Harus menentukan tolak ukur yang jelas pada sebuah produk sehingga mempermudah dalam membandingkan sebelum dan sesudah produk dikendalikan.
2. Menganalisa dan memperkirakan penyebab utama dari terjadinya penyimpangan yang terjadi pada kualitas *output* produk.
3. Menganalisa lebih dalam mengenai permasalahan kualitas produk dengan metode *brainstorming* yang dilakukan pada pemilik usaha, karyawan, dan konsumen untuk mengetahui faktor-faktor detail yang menyebabkan penyimpangan atau permasalahan pada sebuah output produk.

f. Scatter Diagram

Scatter diagram merupakan diagram yang menginterpolasi sebuah faktor penyebab permasalahan produk sehingga dapat diketahui korelasi dari satu faktor dengan faktor lain, serta kesinambungan antar faktor.

g. Peta Kendali

Peta kendali merupakan alat untuk menentukan sebuah proses berada dalam keadaan terkendali atau tidak. Apabila peta yang telah dibuat menunjukkan proses terkendali maka peta dapat digunakan untuk memperkirakan kualitas produk dimasa yang akan datang. Namun apabila peta menunjukkan proses tak terkendali, maka peta akan menunjukkan variasi atau penyimpangan, kemudian permasalahan dihilangkan sehingga dapat kembali ke keadaan terkendali. Penyebab penyimpangan tidak dapat dideteksi, hanya ditunjukkan saja. Manfaat dari peta kendali adalah untuk:

1. Memberikan informasi mengenai suatu proses berada pada batas terkendali atau tidak
2. Memantau proses produksi dari waktu ke waktu agar kualitas tetap stabil.
3. Menentukan kemampuan proses (*capability process*).
4. Mengevaluasi kinerja pelaksanaan proses produksi
5. Membantu menentukan batas standar kualitas produk (minimum dan maksimal batas) sebelum produk tersebut dipasarkan.

Peta kendali dapat digunakan sebagai alat pendeteksi adanya penyimpangan yang terjadi pada proses produksi. Hal ini dapat dilakukan dengan menetapkan batas-batas kendali, sebagai berikut:

1. *Upper control limit* / batas kendali atas (UCL)

UCL adalah sebuah batas maksimum atas yang diijinkan untuk pengendalian kualitas produk. Produk yang berkualitas tidak boleh melebihi batas maksimum ini. Batas ini biasanya ditetapkan oleh seseorang, paling umum yakni menggunakan tingkat keyakinan 99.73%, 95%, dan 90%.

2. *Central line* / garis pusat atau tengah (CL)

CL adalah garis tengah dari peta, apabila sebuah produk berada pada posisi CL, maka produk tidak mengalami penyimpangan, produk masih dalam keadaan normal dari seluruh sampel.

3. *Lower control limit* / batas kendali bawah (LCL)

LCL adalah sebuah batas minimum bawah yang dapat diijinkan untuk pengendalian kualitas produk. Produk yang berkualitas tidak boleh keluar dari batas minimum ini.

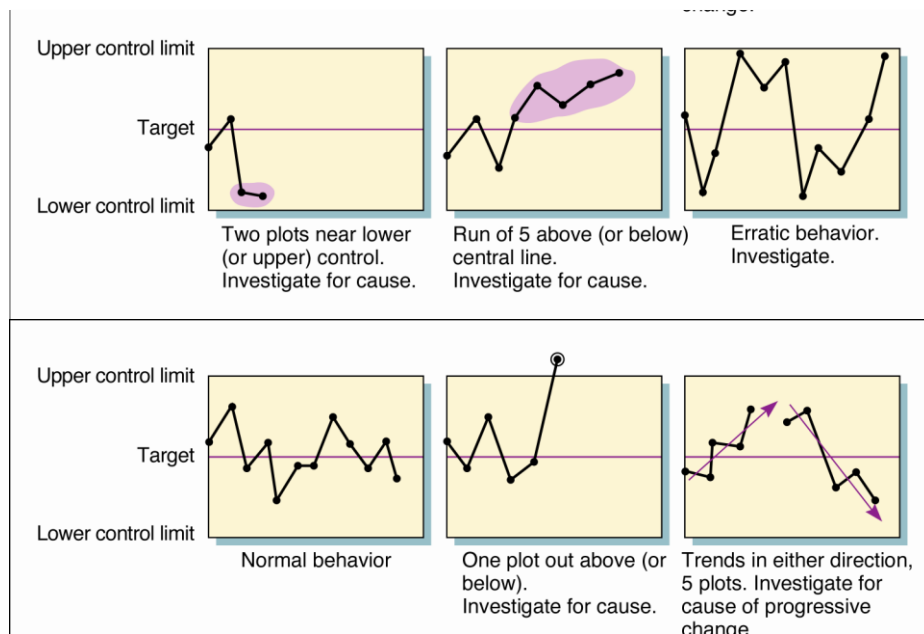
Pengendalian kualitas produk ketika dalam proses dapat ditentukan dengan 2 kondisi, kondisi terkendali dan tak terkendali.

- Proses Terkendali

Sebuah proses produksi dapat disebut proses terkendali, apabila semua titik berada didalam batas maksimum dan minimum (batas kendali). Titik-titik tersebut membentuk sebuah pola dalam peta kendali. Proses dikatakan terkendali apabila variasi yang terjadi merupakan variasi yang dapat didistribusikan pada penyebab alamiah. Sebuah variasi dari kompleksitas penyebab yang tidak bisa dihilangkan kecuali adanya perubahan proses secara radikal. Pola terkendali dapat diplot ke peta kendali dengan ketentuan pola sebagai berikut:

1. Terdapat 2 atau 3 titik yang dekat dengan garis pusat.
2. Sedikit titik-titik yang dekat dengan batas kendali.
3. Titik-titik terletak bolak-balik di antara garis pusat.

4. Jumlah titik-titik pada kedua sisi dari garis pusat seimbang.
5. Tidak ada yang melewati batas-batas kendali.



Gambar 2.3 Beberapa kelainan pada peta kendali yang mengisyaratkan adanya penyebab faktor luar yang bisa ditelusuri (*assignable causes*) atau sebab khusus.

- Proses Tidak Terkendali

Proses tak terkendali merupakan proses yang disebabkan oleh hadirnya faktor luar yang bisa ditelusuri, seperti material, operator, metode, mesin, dan lain sebagainya. Keberadaan titik diluar batas, atau adanya pola tertentu yang menunjukkan variasi yang disebabkan bukan karena alamiah seperti pada Gambar 2.3. Proses dikatakan tak terkendali karena adanya faktor dari luar yang dapat ditelusuri (*assignable causes*).

Berikut adalah pola penyebab peta tak terkendali:

1. Adanya tujuh titik secara konsisten naik atau turun.
2. Beberapa titik berada diluar batas kendali.
3. Adanya tujuh titik berurutan diatas atau dibawah hingga ke garis rata-rata.
4. Adanya dua titik mendekati batas bawah atau batas atas.
5. Adanya sekumpulan titik-titik yang mengelompok di garis rata-rata,

6. Banyak titik yang berada pada daerah dua atau tiga sigma

Berikut adalah rumus dan langkah-langkah membuat dan menggunakan peta kendali p:

- a. Menghitung proporsi kerusakan

$$p = \frac{np}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

np : jumlah produk yang tidak memenuhi spesifikasi dari satu sampel

n : jumlah data pada satu sampel

- b. Menghitung garis pusat/*Central Line* (CL)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$\sum np$: jumlah total produk yang tidak memenuhi spesifikasi dari seluruh produk yang di inspeksi

$\sum n$: jumlah total produk yang inspeksi

- c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

Untuk menghitung batas kendali atas atau UCL dilakukan dengan rumus :

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (2.3)$$

Keterangan :

\bar{p} : rata-rata ketidaksesuaian produk dari total produk yang diperiksa

n : jumlah seluruh produk yang diperiksa

- d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

Untuk menghitung batas kendali bawah atau LCL dilakukan dengan rumus:

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

\bar{p} : rata-rata ketidaksesuaian produk dari total produk yang diperiksa

n : jumlah seluruh produk yang diperiksa

Untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi, maka digunakan peta kendali yang secara garis besar di bagi menjadi 2 jenis:

- Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel digunakan untuk mengendalikan kualitas sebuah produk yang bersifat variabel, dapat diukur, dan dapat dinyatakan secara kuantitatif. Contoh karakter produk yang termasuk variabel adalah berat, ketebalan, volume, panjang, dan lain sebagainya. Pembuatan produk yang dipengaruhi oleh mesin biasanya menggunakan peta kendali variabel. Peta variabel dibagi menjadi dua, yakni:

- 1) Peta kendali rata-rata (*x chart*)

Digunakan untuk menggambarkan grafik yang memiliki nilai rata-rata pengukuran sampel relative terhadap batas control atas dan bawahnya.

- 2) Peta kendali rentang (*R chart*)

Digunakan untuk menggambarkan grafik dari besarnya jangkauan atau selisih atau rentan antar nilai pengukuran sampel produk terhadap batas kontrolnya

- Peta Kendali Atribut

Peta kendali atribut merupakan peta yang digunakan untuk mengendalikan kualitas produk yang dinyatakan secara kualitatif bukan kuantitatif. Kualitas produk ini hanya dinyatakan pada kondisi cacat atau tidak, sesuai atau tidak, bukan berdasarkan angka. Adapun alat untuk mengukur dan menghasilkan suatu angka pada sampel ini, namun angka tersebut hanyalah sebagai penentu baik buruk nya produk, nilai atau angka bukan sebagai acuan mutlak. Peta kendali atribut dibagi menjadi 4 :

1) Peta kendali kerusakan (*p chart*)

Peta *p* adalah peta yang memonitor banyaknya sampel dari unit yang ditolak atau tidak memenuhi syarat dalam seluruh sampel yang diperiksa. Peta *p* menggunakan sistem proporsi, proporsi adalah banyaknya unit yang ditolak dalam sampel dan dibagi dengan jumlah unit keseluruhan. Rata-rata, batas kontrol atas dan bawah merupakan dari proporsi. Peta *p* digunakan apabila proporsi unit tolak dari seluruh sampel memiliki variasi yang tetap.

2) Peta kendali kerusakan per unit (*np chart*)

Peta *np* adalah peta yang memonitor jumlah produk yang ditolak dalam sampel saja, bukan proporsi. Rata-rata, batas kontrol atas dan bawah merupakan dari unit yang tidak memenuhi syarat dalam sampel, bukan proporsi. Peta *np* dapat digunakan apabila jumlah unit yang tidak memenuhi syarat pada sampel yang memiliki ukuran sama.

3) Peta kendali ketidaksesuaian (*c chart*)

Peta *c* adalah peta yang menggambarkan banyaknya kejadian yang tidak sesuai dari satu unit. Peta ini menggambarkan harga rata-rata, batas kontrol atas dan bawah berdasarkan distribusi poisson. Untuk menggunakan metode ini, banyaknya data dari sampel yang diteliti harus memiliki ukuran yang sama.

4) Peta kendali ketidaksesuaian per unit (*u chart*)

Peta *u* adalah peta yang menggambarkan banyaknya kejadian yang tidak sesuai dari unit produk, namun ukurannya sangat kecil sehingga dapat dinyatakan dalam bentuk lain. Banyaknya pengambilan produk pada peta ini bisa berbeda antar sampel, namun variasi nya harus tetap sama.

Jenis peta kendali atribut yakni peta *p*, *np*, *c*, dan *u*. dari ke empat peta tersebut memiliki perbedaan. Perbedaan antara peta *p* dan *np* adalah dari jenis datanya, ukuran tetap atau variasi yang tetap. Kesamaannya terletak pada data yang digunakan, data yang digunakan adalah produk cacat yang tidak dapat diperbaiki lagi. Sedangkan pada peta *c* dan *u* merupakan analisa produk cacat yang bisa digunakan diperbaiki lagi (Chase and Jacob, 2006; Wawolumaja and Muis, 2013).

Dari ketujuh alat bantu kualitas tersebut dapat dihubungkan pada sebuah siklus *Plan Do Check and Analysis* (PDCA) seperti berikut.

Tabel 2.1 Hubungan tujuh alat bantu kualitas dengan siklus PDCA

Tujuh alat bantu kualitas	Langkah-langkah siklus PDCA			
	<i>Plan</i>	<i>Do</i>	<i>Check</i>	<i>Action</i>
<i>Check sheet</i>		√	√	
Pareto diagram		√	√	√
Diagram sebab akibat		√	√	√
Histogram	√	√	√	
Peta kendali		√	√	
<i>Scatter</i> diagram		√	√	
<i>Flowchart</i>	√	√	√	√

Sumber: (Andriyani and Rumita, 2015)

2.8 Melakukan uji kecukupan data

Untuk melakukan analisa data kualitas produk, tidak cukup hanya mengolah dengan metode saja namun untuk menunjang kebenaran pengolahan data, setidaknya perlu dilakukan uji kecukupan data. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan analisa yang tepat. Apabila data yang digunakan tidak cukup maka akan menghasilkan analisis yang menyimpang, sehingga perlu dilakukan pengambilan data lagi. Untuk menentukan kecukupan data, bisa dilakukan dengan konsep statistik, yaitu derajat keyakinan atau kepercayaan. Derajat keyakinan atau tingkat keyakinan ini mampu meningkatkan kepercayaan pembaca akan hasil yang diperoleh dari pengolahan data ini. Berikut adalah rumus uji kecukupan data:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (2.5)$$

Keterangan :

N = jumlah data sampel pengamatan

N' = jumlah data sampel teoritis atau data yang harus dilakukan

k = tingkat keyakinan tertentu, 99% nilai $k=3$, 95% nilai $k=2$, 90% nilai $k=1,65$

s = derajat ketelitian

x = data pengamatan

Jika jumlah sampel yang digunakan atau jumlah data pengamatan (N) dalam analisa lebih besar atau sama dengan jumlah sampel teoritis maka sampel yang digunakan sudah mencukupi untuk dilakukan perhitungan, pengolahan data dan ditarik kesimpulan. Namun apabila (N) lebih kecil dari (N') maka perlu dilakukan penambahan jumlah data lagi, karena belum memenuhi uji kecukupan data dan tidak dapat dilakukan pengolahan data lagi (Wignjosuebrotto, 1995).

2.9 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

FMEA dibuat berdasarkan analisis sebab akibat dan kemudian akan mengetahui penyebab utama cacat produk. Penyebab cacat ini bisa terjadi pada bagian awal pembuatan desain produk atau ketika proses berlangsung dan sebagainya. Setiap kemungkinan yang menyebabkan kegagalan atau produk cacat di lakukan pembobotan, dimana sebelumnya telah didiskusikan masalah besar poin pembobotan yang dilakukan berdasarkan diskusi antara elemen unit bisnis. Kemudian pembobotan itu akan menentukan prioritas penyebab paling berpengaruh sampai dengan tidak berpengaruh pada *output* produk (Surya, Agung and Charles, 2017).

Manfaat dari FMEA adalah untuk mengevaluasi serta mengetahui kemungkinan kegagalan dari proses produksi yang mengakibatkan produk cacat serta

menyebabkan kegagalan produksi, mengidentifikasi serta menganalisis tindakan yang perlu dilakukan untuk meminimalisir kegagalan produksi serta membangun tindakan untuk memperbaiki kegagalan produksi (Andriyani and Rumita, 2015) (Puspitasari and Martanto, 2014).

Langkah-langkah dasar penggunaan FMEA adalah sebagai berikut (Andriyani and Rumita, 2015):

1. Dilakukan pengamatan proses produksi dari awal sampai dengan akhir
2. Mengidentifikasi kemungkinan kegagalan atau permasalahan yang mungkin terjadi
3. Mengidentifikasi akibat dari kegagalan produksi
4. Ditetapkan nilai *severity* (S)
5. Mengidentifikasi penyebab dari kegagalan produksi
6. Ditentukan nilai *occurrence* (O)
7. Mengidentifikasi proses control sistem produksi untuk meminimalisir kegagalan produksi
8. Ditetapkan nilai *detection* (D)
9. Menentukan nilai *Risk Potential Number* (RPN), semakin tinggi nilai RPN maka faktor tersebut adalah penyebab utama kegagalan.
10. Mengambil tindakan berdasarkan nilai dari RPN dan memberikan usulan perbaikan terhadap permasalahan kegagalan produksi

FMEA dapat menganalisa kegagalan produksi dengan melihat RPN terlebih dahulu, dan RPN dipengaruhi dari tiga hal yakni *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* disebut juga tingkat kerusakan, langkah awal untuk menganalisis penyebab kegagalan produksi. Hal ini dapat ditentukan dengan melakukan pembobotan dari setiap faktor penyebab kegagalan yang mengakibatkan seberapa besar dampak yang berpengaruh pada kualitas keluaran produk. *Occurance* disebut juga frekuensi, merupakan nilai pembobotan berdasarkan seberapa sering terjadi penyebab kegagalan saat proses produksi. *Detection* merupakan langkah untuk mendeteksi dalam

pengendalikan kegagalan produksi yang mungkin terjadi. Semakin banyak kontrol yang mengendalikan kegagalan maka diharapkan tingkat deteksi kegagalan semakin tinggi. Selanjutnya adalah menentukan RPN, RPN ditentukan berdasarkan *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Nilai RPN didapatkan dari rumus matematis perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Berikut adalah rumus matematis dari RPN (Hargo, 2013; Puspitasari and Martanto, 2014; Andriyani and Rumita, 2015; Surya, Agung and Charles, 2017).

$$RPN = severity \times occurrence \times detection \quad (2.6)$$

Berikut adalah ketentuan dari *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Ketiga faktor ini harus ditetapkan terlebih dahulu, agar tidak menyebabkan penilaian secara subjektif.

Tabel 2.2 Skala *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

Rating	<i>Severity (S)</i>
1	Kegagalan sangat ringan yang tidak fatal akibatnya
2	Kegagalan cukup ringan, dapat diperbaiki dengan mudah
3	Kegagalan sedang, yang memerlukan perbaikan dan pengeluaran biaya cukup besar
4	Kegagalan berat, memerlukan perbaikan, pengeluaran biaya dan kerugian yang besar
5	Kegagalan total, tidak dapat diperbaiki, rugi besar
Rating	<i>Occurrence (O)</i>
1	Jarang terjadi
2	Kecil kemungkinan terjadi
3	Mungkin terjadi
4	Cenderung terjadi
5	Hampir pasti akan terjadi
Rating	<i>Detection (D)</i>
1	Sangat mudah
2	Mudah
3	Sedang
4	Sulit
5	Sangat sulit

Sumber: (Hargo, 2013)

2.8 Penelitian Terdahulu

Pengendalian kualitas produk sudah pernah dilakukan oleh beberapa ahli dengan metode dan hasil yang berbeda-beda. Berikut adalah rangkuman dari beberapa peneliti terdahulu

Tabel 2.3 Daftar Metode Peneliti Terdahulu

No	Nama	Judul	Penjelasan
1.	Muhammad Syarif Hidayatullah Elmas (Hidayatullah Elmas, 2017)	Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode <i>Statistical Quality Control</i> (SQC) Untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Toko Roti Barokah <i>Bakery</i>	Roti Barokah menggunakan SQC dan diagram control untuk mengendalikan produk cacat dan menggunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab kegagalan produk. Hasil yang diperoleh dari jurnal ini adalah jumlah produk gagal masih dalam batas kendali, dan penyebab dari kegagalan produk adalah manusia.
2.	Nia Budi Puspitasari, Arif Martanto (Puspitasari and Martanto, 2014)	Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal)	Pada kasus ini menggunakan FMEA untuk mengendalikan kualitas karena mampu mengidentifikasi kegagalan yang terjadi. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya mode kegagalan pada alat tenun mesin.
3.	Atika Andriyani	Analisis Upaya Pengendalian Kualitas	Penelitian ini menggunakan <i>seven tools</i> untuk mengurangi cacat dan

	(Andriyani and Rumita, 2015)	Kain Dengan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) Pada Mesin Shuttel Proses Weaving PT Tiga Manunggal Synthetic Industries	mengetahui factor penyebab cacat produk. Hasil dari penelitian ini adalah terdapat banyak cacat dan penyebab cacat terbesar adalah terjadi pada manusia, dan kondisi lingkungan
--	------------------------------	--	---

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

3.1.1 Variabel Penelitian

Dalam melakukan penelitian, penulis menentukan variabel penelitian dan nantinya akan ditarik kesimpulan. Variabel yang digunakan peneliti ada dua macam, yakni variabel utama yaitu pengendalian kualitas dan variabel kedua adalah dengan menggunakan tabel FMEA untuk menelusuri penyebab dan bagaimana memperbaiki penyebab kegagalan produk.

3.1.2 Definisi Operasional Variabel

Pengendalian Kualitas

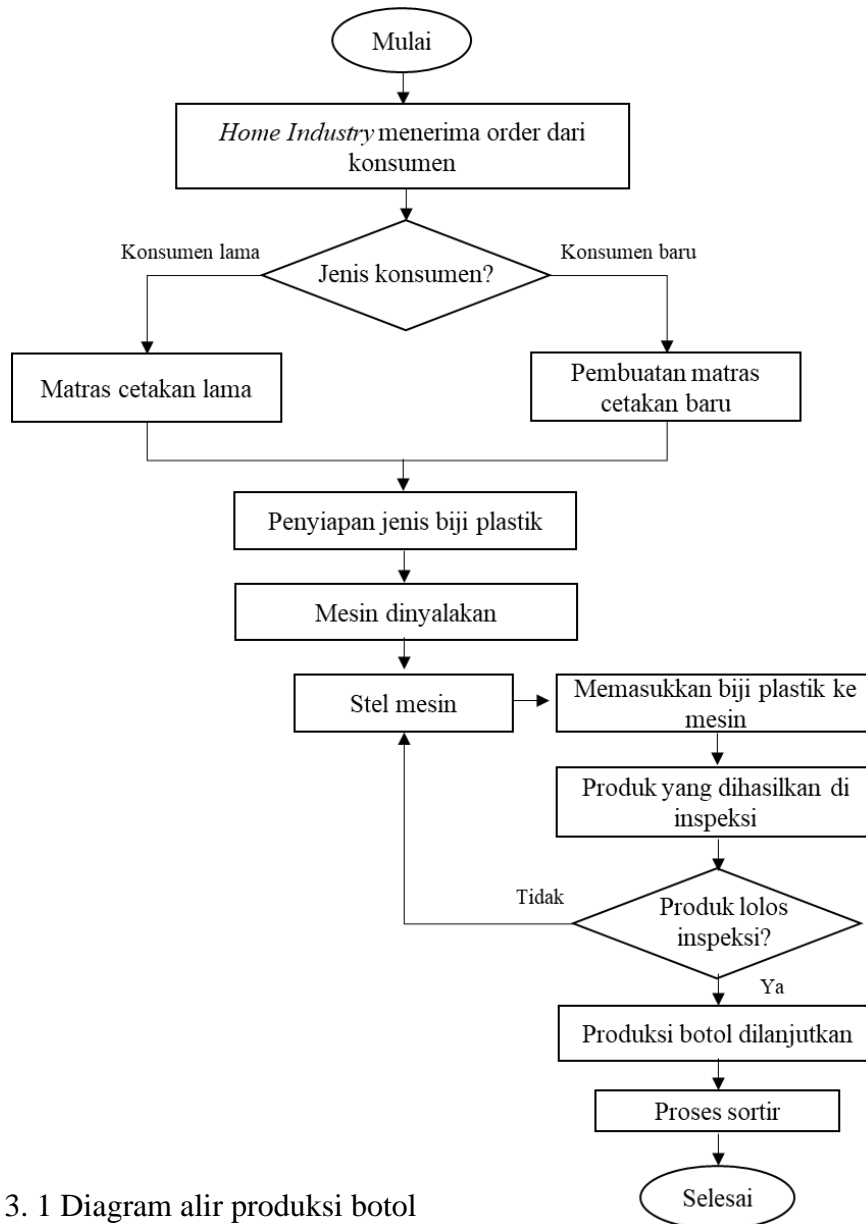
Pengendalian kualitas produk dilakukan agar produk sesuai dengan standar kebutuhan konsumen. Unit usaha perorangan ini tidak menerapkan ISO, namun mengendalikan kualitas produk hanya dengan mengandalkan pengalaman, produk tersebut cacat atau tidak. Dan hal itu dilakukan dengan mengecek satu per satu produk. Dari banyaknya pengendalian kualitas produk, dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yakni sebagai berikut:

- 1) Pengendalian terhadap material produksi/bahan baku
- 2) Pengendalian terhadap proses produksi yang sedang berjalan
- 3) Pengendalian terhadap produk jadi sebelum pengepakan

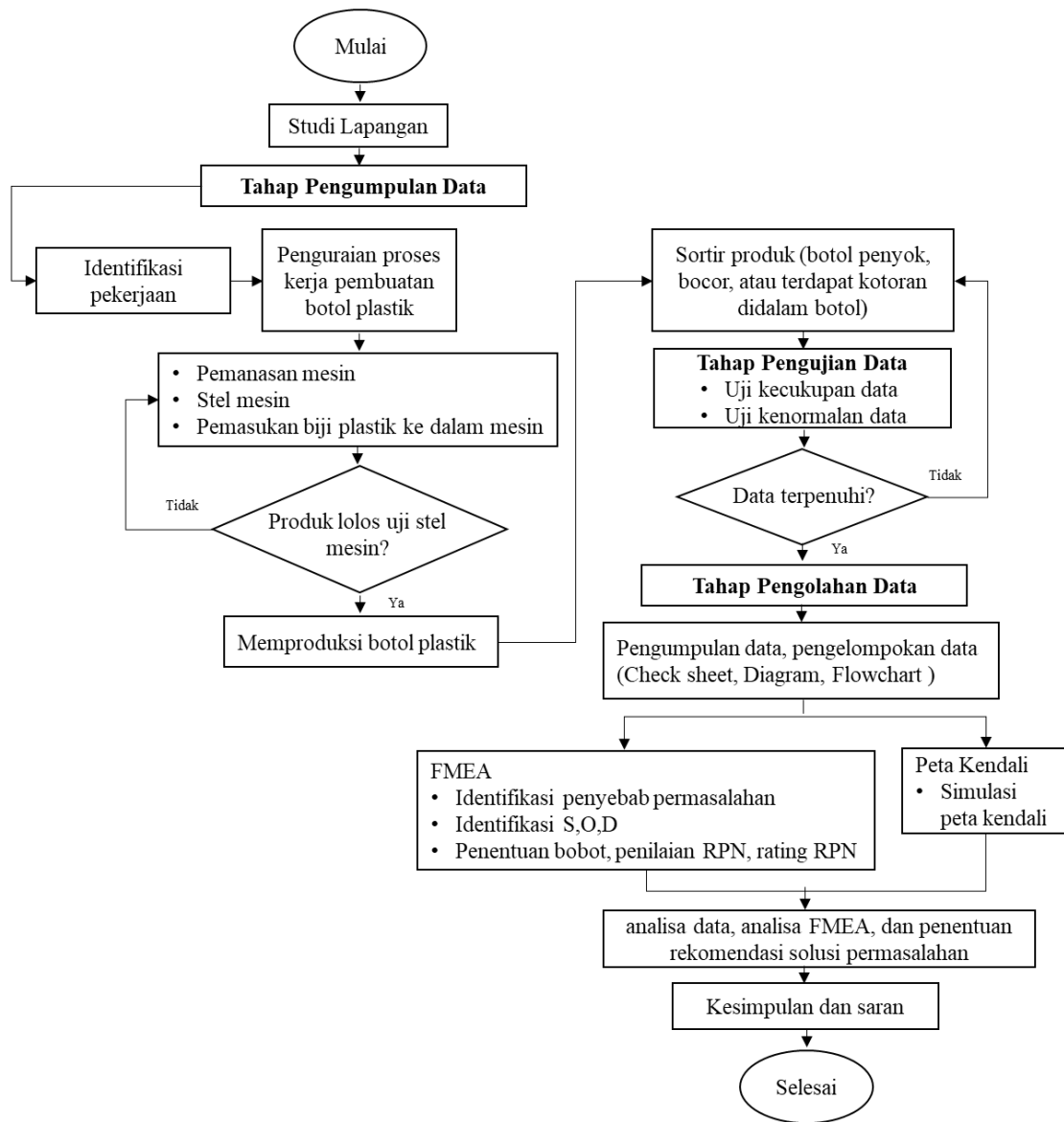
3.2 Pendahuluan dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan untuk pemilihan topik penelitian. Topik ini dicari berdasarkan permasalahan yang ada pada sebuah unit bisnis dengan ditinjau dari teori-teori yang telah ada. Informasi yang dapat digali untuk memperdalam analisis penelitian ini diperoleh dari literatur terkait buku-buku, jurnal penelitian. Tahap

selanjutnya yakni dilakukan peninjauan langsung secara nyata dilapangan. Peninjauan ini dilakukan untuk observasi langsung, mengetahui proses bisnis, memverifikasi permasalahan yang diangkat. Berikut adalah diagram alir produksi botol plastik dan diagram alir penelitian



Gambar 3. 1 Diagram alir produksi botol



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Pengukuran Kualitas Secara Atribut

. pengambilan data dilakukan secara atribut. Peta atribut ini hanya memerlukan data produk yang memenuhi syarat atau tidak. Setelah itu data dioleh menggunakan metode ini dan didapatkan hasil kualitas produk baik atau buruk, berhasil atau gagal, memenuhi atau tidak. Berikut ini adalah tiga karakteristik produk yang dianggap memiliki kerusakan dan nantinya akan dianalisa:

1. Adanya kotoran pada botol

2. Botol setengah buntu
3. Botol penyok atau penceng

Kerusakan yang terjadi pada botol plastik dapat terjadi ketika awal produksi dan ketika produksi berlangsung. Ketika awal produksi banyak terjadi cacat karena perlu menyetel sebuah mesin agar dapat bekerja secara konsisten dengan kondisi yang normal. Namun ketika produksi berlangsung juga terdapat cacat produk yang diakibatkan oleh toleransi dari mesin tersebut.

Pengendalian kualitas produk yang akan dilakukan pada penelitian ini menggunakan peta kendali P. Penelitian ini menganalisa produk cacat ketika sedang berlangsungnya proses produksi. Produk yang telah diproduksi, diambil sebanyak n data untuk dilakukan pengecekan secara sampel pada produk, untuk mengetahui berapa banyak produk cacat dari sampel yang telah diambil. Sampel diolah dan dianalisa, kemudian direpresentasikan pada sebuah grafik atau peta kendali. Dari peta tersebut nanti terlihat data yang menyimpang dan akan dianalisa. Setelah diperbaiki sehingga sudah tidak ada lagi yang menyimpang maka peta dapat dipakai untuk selanjutnya. Kemudian dilakukan analisa FMEA untuk mengetahui penyebab kegagalan agar meminimalisir penyebab kegagalan dikemudian hari.

3.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Jenis Data

Jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan data primer. Data primer didapat dari penelitian, observasi, dan wawancara langsung dengan pemilik usaha. Data sekunder adalah data cacat produk yang diberikan oleh pemilik usaha. Informasi yang diperoleh peneliti adalah informasi mengenai jumlah cacat produk, penyebab cacat produk, alur kerja sistem produksi, dan lain sebagainya.

3.4.2 Sumber Data

Secara keseluruhan, sumber data diperoleh peneliti langsung dari pemilik usaha. Data yang bersifat kuantitatif (jumlah cacat produk) diperoleh dari arsip pencatatan langsung yang dimiliki oleh pemilik usaha. Sedangkan data kualitatif, diperoleh peneliti dari observasi, pengamatan, dan wawancara secara langsung kepada pemilik usaha.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung, wawancara dan meminta data arsip kepada pemilik usaha. Pengambilan data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yakni:

1. Wawancara

Wawancara adalah sebuah metode tanya langsung kepada pemilik usaha untuk mendapatkan informasi secara jelas, detail, dan menyeluruh. Informasi yang didapat adalah mengenai produk cacat, jenis-jenis cacat produk, penyebab terjadinya cacat produk, sistem produksi dari awal sampai dengan akhir.

2. Observasi

Observasi adalah peninjauan secara langsung di objek penelitian. Disini peneliti mendapatkan informasi mengenai sistem kerja pegawai dari bahan baku sampai dengan jadinya sebuah produk botol plastik.

3.6 Metode Analisis Data

Untuk mendapatkan kualitas produk yang baik maka digunakan metode pengendalian kualitas, yakni *seven tools* dan FMEA. Berikut adalah langkah-langkah untuk dapat menggunakan kedua metode tersebut:

1. Mengumpulkan data menggunakan *check sheet*

Arsip yang didapatkan dari pemilik usaha dilakukan input data dan pengelompokan data. Data cacat produk tersebut disajikan secara rapi dalam bentuk

tabel agar mudah dipahami, mudah melakukan pengolahan data, dan mudah dilakukan analisa lebih lanjut.

2. Membuat histogram

Data yang sudah disajikan dalam tabel, disajikan dalam bentuk histogram untuk mempermudah menganalisa data cacat. Karena diagram atau histogram merupakan alat penyajian data secara visual bukan angka.

3. Membuat peta kendali p

Data berupa histogram saja tidak cukup untuk menganalisis kualitas produk sehingga dibutuhkan peta kendali untuk melihat secara visual dan mengetahui adanya permasalahan kualitas produk. karena data yang akan diteliti merupakan data atribut maka digunakanlah peta p, peta yang menentukan proporsi kecacatan dari seluruh sampel. Produk yang didapat merupakan data cacat yang tidak dapat diperbaiki sehingga harus ditolak atau dengan diolah lagi agar dapat digunakan sebagai bahan daur ulang.

Setelah dilakukan pengolahan data, kemudian dianalisa mengenai keseragaman data. Apabila belum seragam maka pengendalian kualitas perlu dilakukan perbaikan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya titik-titik berfluktuasi secara tidak beraturan yang menunjukkan bahwa proses produksi masih mengalami penyimpangan.

4. Melakukan uji kecukupan data

Untuk melakukan analisa data kualitas produk, tidak cukup hanya mengola dengan metode saja namun untuk menunjang kebenaran pengolahan data, setidaknya perlu dilakukan uji kecukupan data. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan analisa yang tepat. Apabila data yang digunakan tidak cukup maka akan menghasilkan analisis yang menyimpang, sehingga perlu dilakukan pengambilan data lagi. Untuk menentukan kecukupan data, bisa dilakukan dengan konsep statistik, yaitu derajat keyakinan atau kepercayaan. Derajat keyakinan atau tingkat keyakinan ini mampu meningkatkan kepercayaan pembaca akan hasil yang diperoleh dari pengolahan data ini. Rumus uji kecukupan data yakni seperti pada rumus 2.5 dan hasil perhitungannya seperti pada lampiran.

5. Membuat analisa FMEA

Langkah pertama dari proses analisis adalah menentukan penyebab kegagalan, kemudian dilakukan pembobotan dari setiap faktor, selanjutnya menganalisa dan dilakukan pembobotan seberapa sering penyebab kegagalan itu terjadi yang berdampak pada output produk. Kemudian mendeteksi pengendalian kegagalan yang terjadi. Semua faktor dikalikan (RPN) dan selanjutnya analisis FMEA.

6. Membuat kesimpulan dan usulan perbaikan kualitas produk

Setelah dilakukan analisis yang cukup panjang dengan alur metode pengendalian kualitas, selanjutnya ditarik kesimpulan dan diajukan usulan rekomendasi untuk melakukan perbaikan kualitas produk.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan menjelaskan analisa data yang telah dilakukan pengolahan dengan berbagai metode. Metode yang digunakan yakni ada *seven tools* dan FMEA, berikut adalah penjelasannya:

4.1 Check Sheet

Produk yang cacat pada produksi dilakukan pengarsipan atau pencatatan data agar mudah untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Berikut adalah *check sheet defect product*.

Tabel 4. 1 *Check sheet defect product* botol plastik

Hari	Jam	Jumlah produk	Botol kotor	Botol Setengah buntu	Botol peyok/ penceng	Total <i>defect product</i>
Senin 23-09-19	8.00	10			1	1
	8.30	10			2	2
	9.00	10		1	1	2
	9.30	10	1	1	2	4
	10.00	10	2		3	5
	10.30	10	2		5	7
	11.00	10			1	1
	13.00	10	1		2	3
	13.30	10	1	1	2	4
	14.00	10	1		1	2
	14.30	10		1	1	2
Selasa 24-09-19	8.00	10				0
	8.30	10	1		1	2
	9.00	10	1	1		2
	9.30	10		1	1	2
	10.00	10	1		2	3
	10.30	10	1		2	3
	11.00	10		1	3	4
	13.00	10		1	2	3

	13.30	10	1	1	1	3
	14.00	10	4			4
	14.30	10	3			3
Rabu	8.00	10			1	1
25-09-19	8.30	10	1	1	1	3
	9.00	10		1	1	2
	9.30	10	1	1		2
	10.00	10	1		1	2
	10.30	10		1	2	3
	11.00	10	3	1	1	5
	13.00	10	1		1	2
	13.30	10		1	2	3
	14.00	10	2	1		3
	14.30	10		1	1	2
Kamis	8.00	10			2	2
26-09-19	8.30	10	1		1	2
	9.00	10	1	1		2
	9.30	10	3	1		4
	10.00	10		2	1	3
	10.30	10	1	1	1	3
	11.00	10	1		2	3
	13.00	10	1		1	2
	13.30	10		1	2	3
	14.00	10		3	1	4
	14.30	10	1		1	2
Jumat	8.00	10		2		2
27-09-19	8.30	10	1		1	2
	9.00	10		1	2	3
	9.30	10		1	1	2
	10.00	10	1		1	2
	10.30	10	1		1	2
	11.00	10		1	3	4
	13.00	10		2		2
	13.30	10	2		1	3
	14.00	10		4		4
	14.30	10		1		1

Sabtu	8.00	10		1		1
28-09-19	8.30	10	1	1		2
	9.00	10		1		1
	9.30	10	2		1	3
	10.00	10		3		3
	10.30	10		3	1	4
	11.00	10		2	3	5
	11.30	10	3	1	2	6
	12.00	10		1		1
	12.30	10		1		1
Total produk inspeksi		650			Total <i>defect product</i>	146

Sumber: *home industry* botol plastik, 2019

Dari data pada Tabel 4.1 diperoleh 3 jenis *defect product* yakni botol setengah buntu, botol kotor, dan botol penyok. Penggolongan *defect product* botol plastik dalam analisa ini yakni penjumlahan dari ketiga jenis *defect product* tersebut. Sehingga apabila terdapat botol penyok namun tidak terdapat botol setengah buntu maupun botol kotor, maka tetap digolongkan *defect product*. Analisa selanjutnya yakni dilakukan perhitungan % *defect product* pada inspeksi total produk yakni sebagai berikut:

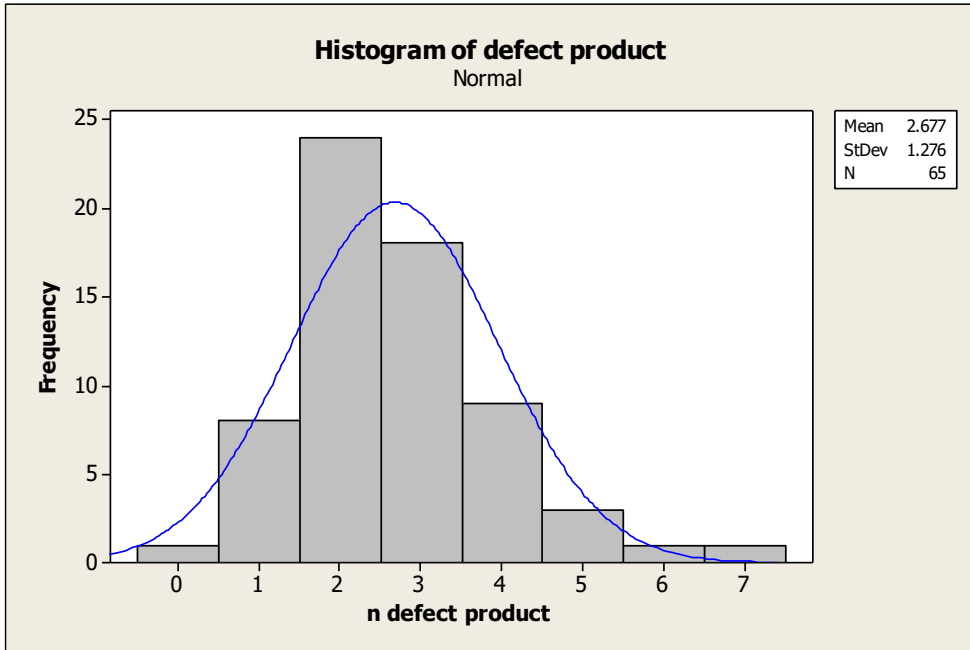
$$\% \text{ defect product} = \left(1 - \left(\frac{650-146}{650} \right) \right) \times 100\%$$

$$\% \text{ defect product} = 22.46154\% \sim 22,5\%$$

Dengan dilakukannya uji sampel produk sebesar 10, didapatkan cacat sebesar 22,5%.

4.2 Histogram

Setelah dilakukan analisa *check sheet*, dilakukan analisa menggunakan histogram agar mempermudah dalam menganalisa secara visual. Histogram dapat memvisualisasikan jumlah *defect product* dengan jelas, dapat mengetahui jumlah *defect product* paling banyak hingga paling sedikit dan dapat mengetahui pola histogramnya. Berikut adalah histogram dari data arsip *defect product* botol plastik pada tanggal 23 September 2019 sampai dengan 28 September 2019:

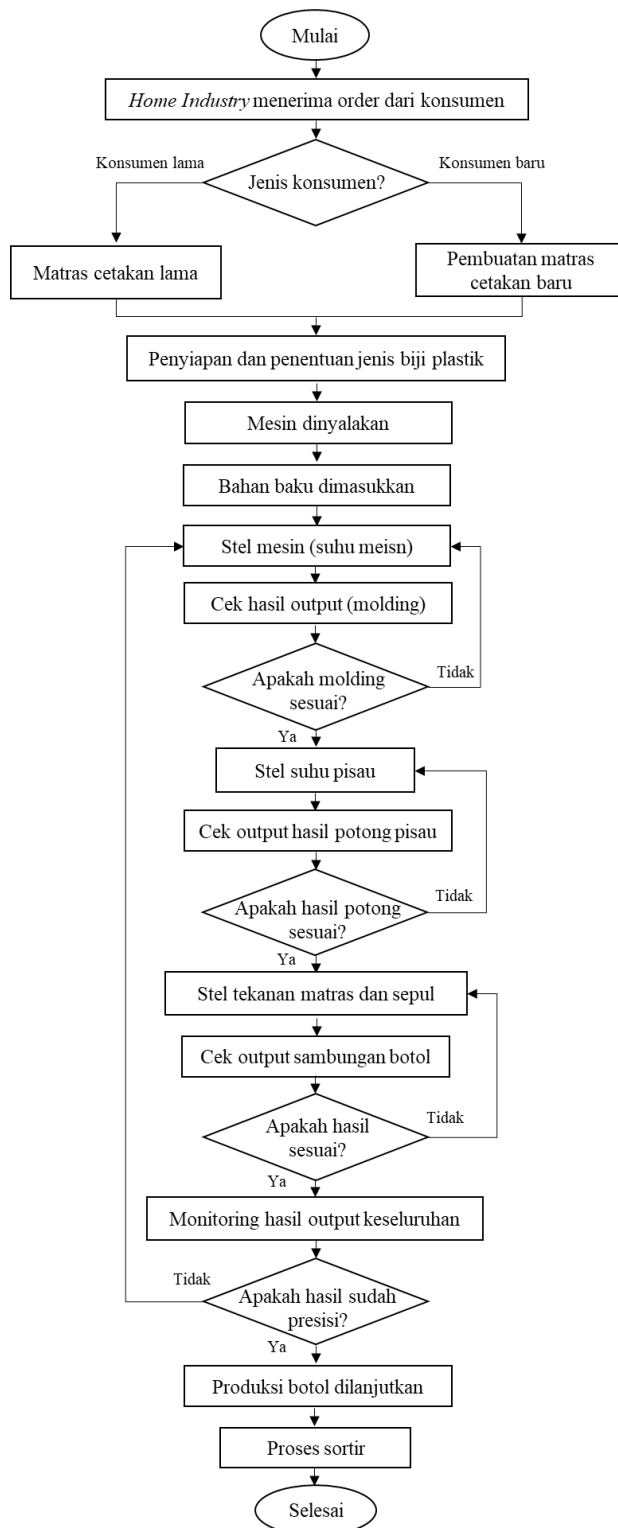


Gambar 4.1 Histogram *defect product* botol plastik

Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa jumlah *defect product* yang sering didapati selama proses sampling produksi botol plastik yakni sebesar 2, dan jumlah *defect product* yang jarang dijumpai yakni berjumlah 0,6 dan 7.

4.3 Flowchart

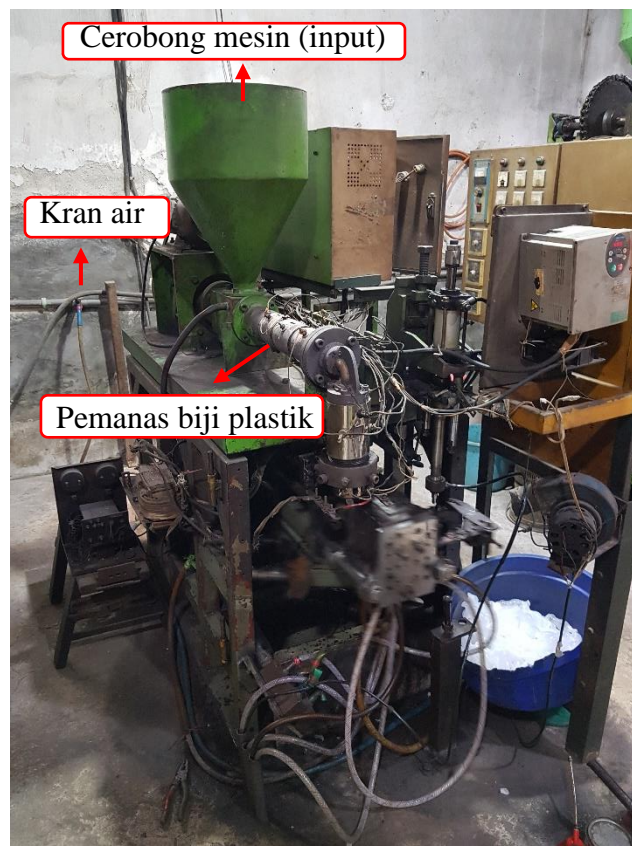
Diagram alir pembuatan produk botol plastik perlu ditelusuri dari awal pemesanan sampai produk siap kirim. Produk botol plastik yang telah diproduksi tidak semua menghasilkan produk yang berkualitas, tentu ada produk cacat. Produk cacat dari tiga jenis yang telah disebutkan diatas disebabkan oleh beberapa faktor, bisa jadi dikarenakan manusia, mesin, metode, bahan baku, dan lain sebagainya. Untuk lebih jelasnya, baiknya ditelusuri alur produksi botol plastik dari pemesanan, pemilihan bahan baku, produk jadi dari mesin hingga produk akhir setelah sortir. Berikut adalah diagram alir produksi botol plastik:



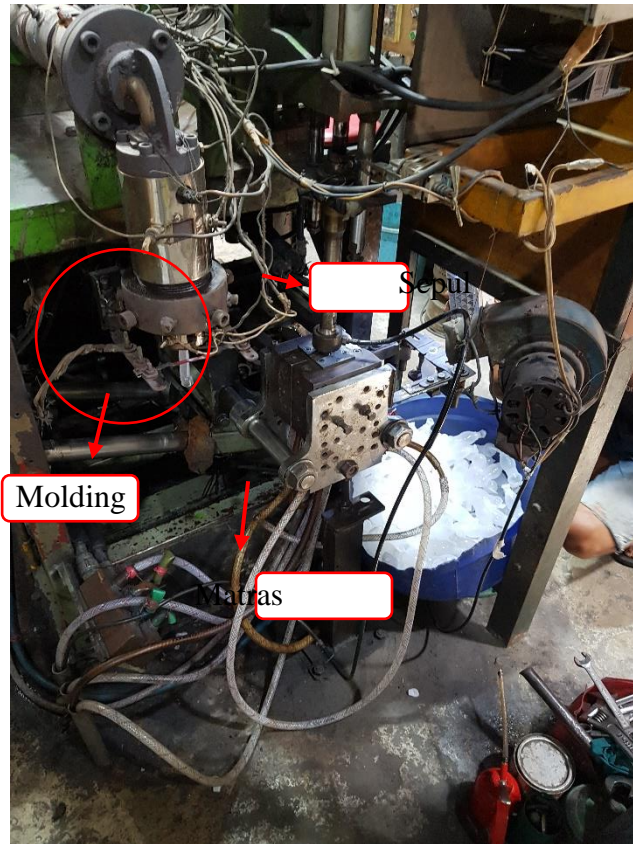
Gambar 4.2 Diagram alir proses produksi botol plastik

Dari Gambar 4.2 dapat dianalisa bahwa sebuah permintaan produksi dimulai dari pemesanan konsumen. Untuk konsumen lama menggunakan matras yang lama, namun matras yang lama harus tetap diteliti dan di cek apakah masih bisa digunakan atau tidak, penyetelan di mesin masih baik atau tidak. Untuk konsumen baru, maka dilakukan pembuatan matras, dapat dilakukan oleh *home industry* atau dari konsumen. Namun untuk menjaga hasil kualitas produk, baiknya dari konsumen lalu penyetelan dilakukan pihak produsen. Setelah matras siap maka dilakukan persiapan dan penentuan banyaknya biji plastik yang dibutuhkan untuk produksi, baik komposisi biji plastik murni dan daur ulang serta kesiapan bahan bantu produksi seperti air dan listrik. Kemudian mesin dinyalakan agar pemanas berfungsi, di tahap ini perlu waktu sekitar 20 menit sampai dengan 40 menit untuk memanaskan mesin, lebih tepatnya untuk operasional lelehan biji plastik dan operasional keseluruhan mesin. Setelah mesin sudah siap, dimasukkan biji plastik murni kedalam cerobong mesin (Gambar 4.3). Biji plastik tersebut masuk ke dalam cerobong mesin kemudian masuk dalam ruang pemanas sehingga biji plastik meleleh, lelehan biji plastik keluar dari pipa berupa mold (Gambar 4.4). Mold ini perlu dicek keelastisannya, apakah sudah cukup baik untuk proses selanjutnya atau belum. Jika suhu mesin terlalu panas maka mold terlalu lembek dan membuat susah cetak bahkan bisa membuat produk penyok atau cacat produk lainnya, namun apabila terlalu kaku maka susah dibentuknya. Mold memanjang dengan ukuran tertentu yang sudah ditetapkan, kemudian ditangkap oleh penahan serta dipotong menggunakan pisau inner. Pisau inner ini harus dipastikan cukup panas sampai dengan panas. Hal ini bertujuan untuk menjaga kualitas botol plastik. Pisau yang kurang panas membuat botol tertutup sebagian dibagian leher sehingga botol setengah buntu. Selanjutnya botol yang sudah dipotong masuk ke matras, ditekan oleh matras agar membentuk pola seperti permintaan dan ditekan oleh sepul agar membentuk ruangan dalam botol plastik. Tekanan matras dan sepul bekerja bersamaan hal ini bertujuan agar botol tidak menyisahkan goresan disamping sambungan botol (kuping botol) atau pendangkalan volume botol. Proses ini berlangsung lebih lama dari proses sebelumnya, karena ketika mencetak, dibagian luar matras terdapat pendingin

berupa air yang disalurkan dari selang kran menuju matras mesin. Mold plastik yang masih panas dibentuk pada matras dan didinginkan pada matras agar terbentuk botol plastik dengan sempurna dan output dari tahap ini tidak membuat botol plastik mudah terbentuk lagi oleh tahap selanjutnya. Setelah produk sudah baik, maka produksi dapat berlangsung dan dilakukan monitor 10 menit pertama, apabila terdapat produk cacat lagi, maka bisa dilakukan analisa dari mana penyebabnya kemudian dilakukan stel ulang pada penyebab tersebut. Setelah proses tersebut selesai, dilanjutkan produksi sampai selesai. Kemudian hasil botol plastik belum sepenuhnya sempurna, karena masih terdapat ekor dan kepala yang harus dipotong, hal ini akan ditindaklanjuti pada proses sortir. Proses sortir tidak hanya memotong ekor dan kepala saja, namun juga mengecek produk yang dihasilkan apakah ada yang cacat atau tidak. Setelah proses sortir selesai kemudian dilakukan pengepakan dan *finishing*.



Gambar 4.3 Mesin operasional produksi botol plastik (bagian awal)



Gambar 4.4 Mesin operasional produksi botol plastik (bagian akhir)

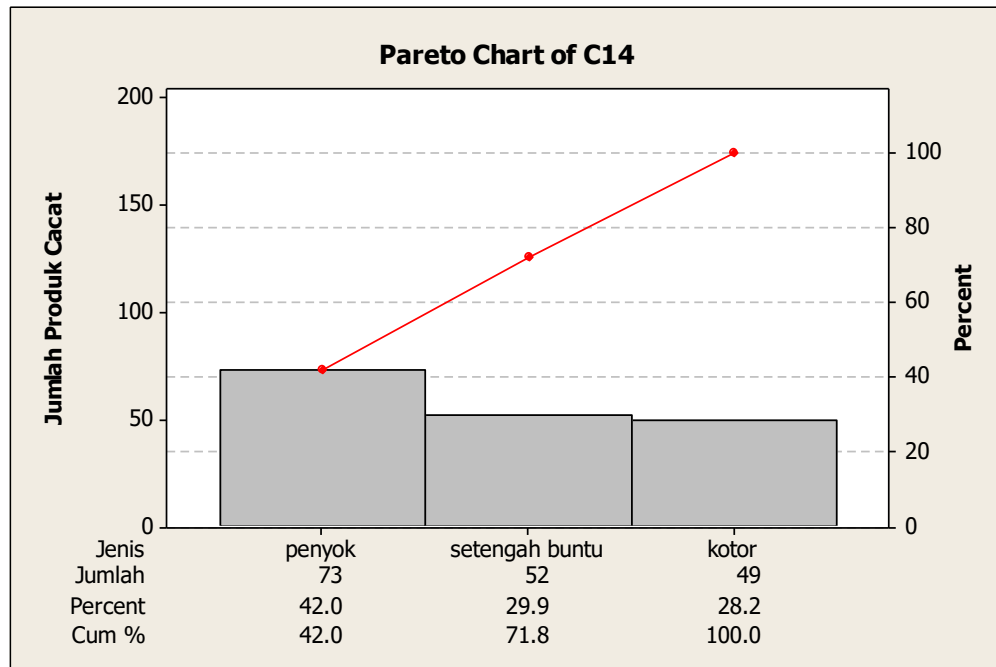
4.4 Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk melakukan analisa dimana letak cacat produk terbanyak dan kumulatif cacat produk. Berdasarkan data pada Tabel 4.1 dilakukan perhitungan jumlah masing-masing produk cacat pada setiap jenis cacat. Berikut adalah tabelnya perhitungan jumlah produk cacat

Tabel 4.2 Data prosentase cacat produk berdasarkan jenisnya

No	Jenis Produk Cacat	Jumlah (pcs)	Prosentase kecacatan (%)	Prosentase kumulatif (%)
1.	Botol kotor	49	28.16	28.16
2.	Botol setengah buntu	52	29.89	58.05
3.	Botol penyok	73	41.95	100
	Total	174	100	

Setelah didapatkan Tabel 4.2, dilakukan olah data menggunakan minitab untuk mendapatkan grafik agar mudah dalam visualisasi. Berikut adalah diagram pareto:



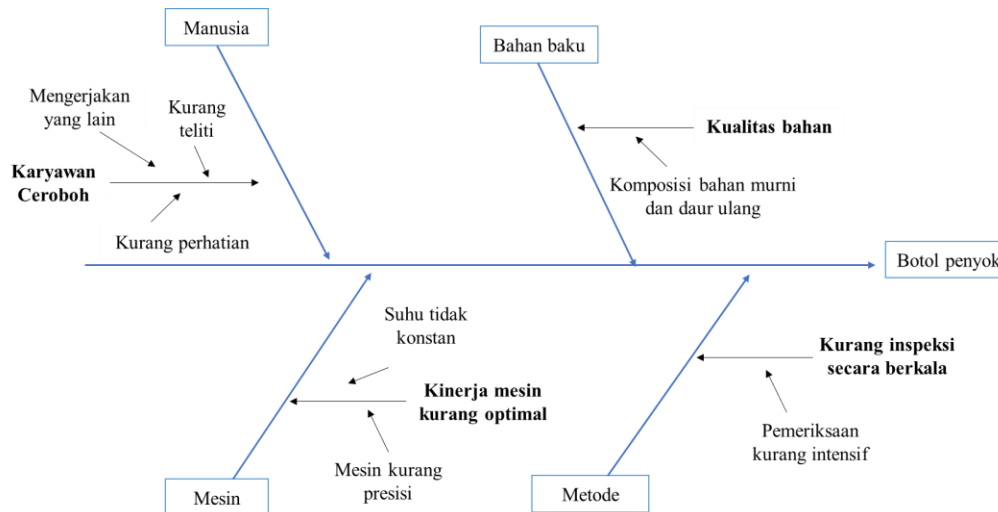
Gambar 4.5 Diagram pareto produk cacat botol plastik

Pada Gambar 4.5 di atas menunjukkan bahwa paling banyak produk cacat yang dihasilkan ketika produksi yakni botol penyok dengan prosentase 42.0%, kemudian botol setengah buntu dengan prosentase 29.9%, dan yang paling sedikit adalah botol kotor dengan prosentase 28.2%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukan tindakan dan analisa lebih lanjut untuk produksi botol plastik botol penyok karena paling banyak prosentase kecacatannya. Selain itu perlu dilakukan analisa lebih lanjut mengenai prosentase cacat produk yang sama antara botol setengah buntu dan botol kotor dengan metode selanjutnya.

4.5 Diagram Sebab Akibat

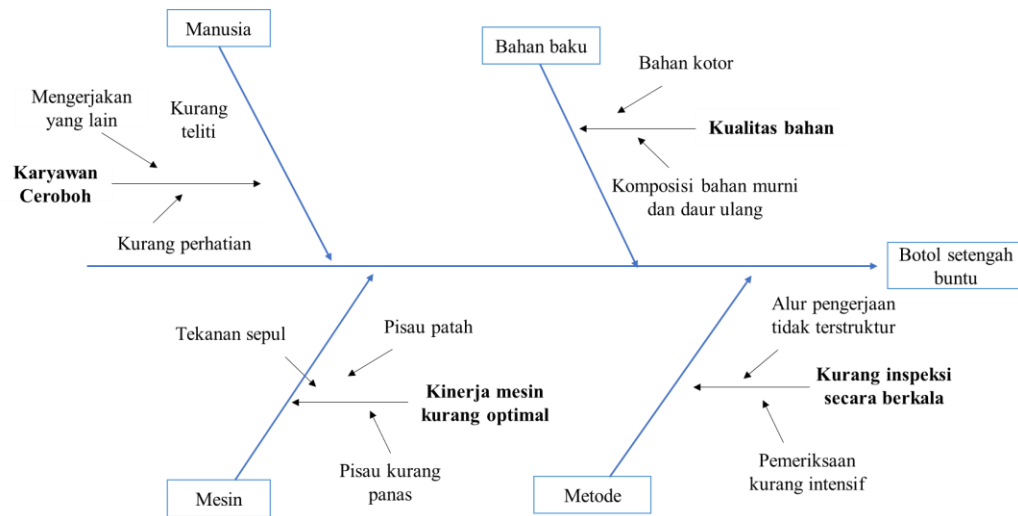
Beberapa *defect* produk yang dihasilkan dari produksi botol plastik *home industry* tidak dapat dihilangkan seluruhnya, namun bisa dikurangi dengan melakukan beberapa metode. Namun sebelumnya harus mengetahui penyebab dari *defect* produk

tersebut. Berikut adalah analisa penulis dengan hasil wawancara dengan narasumber langsung mengenai penyebab dari *defect* produk botol plastik.



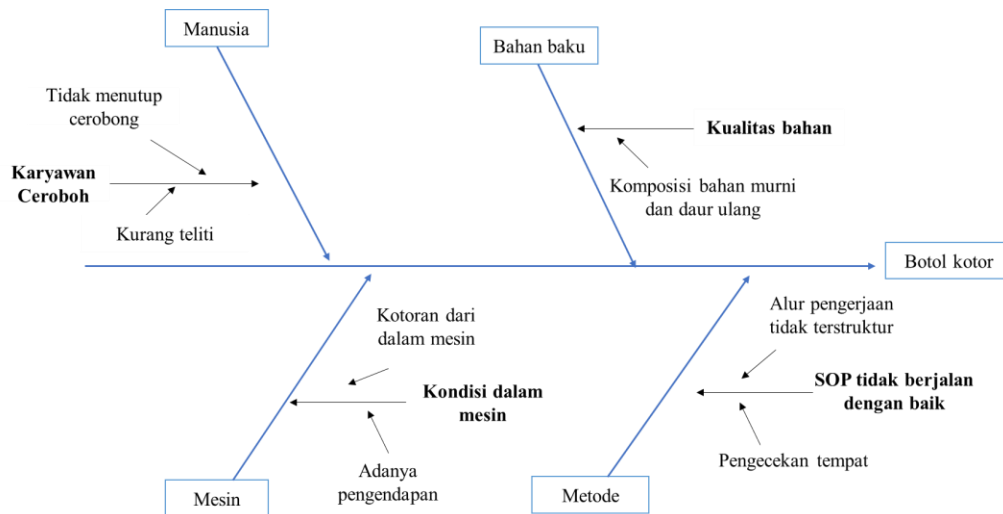
Gambar 4.6 Diagram sebab akibat botol plastik penyok

Penyebab botol plastik penyok menurut diagram diatas, paling banyak disebabkan oleh manusia dan mesin. Menurut pemilik usaha, botol penyok diakibatkan oleh mesin, metode dan manusia. Mesin yang digunakan memang sudah tua dan kepresisian mesin perlu di dimonitoring secara intens, sehingga karyawan harus memantau pada waktu tertentu dan menindaklanjuti ketika terlihat menghasilkan *defect* produk. Ketika terjadi *defect* produk maka karyawan harus lebih perhatian dan langsung dilakukan stel mesin agar tidak terlalu banyak menghasilkan botol penyok. Pengaruh mesin terhadap botol penyok diakibatkan karena mesin terlalu panas sehingga mold sangat lembek dan kepresisian mesin kurang baik sehingga mold terlalu panjang, kemudian setelah dipotong dan masuk ke matras, mold tidak cukup dengan ukuran matras, sehingga bagian atas mold tertekan oleh matras dan sepul dan akhirnya botol penyok di bagian atas. Bahan baku bisa saja mempengaruhi botol penyok, namun hal ini jarang terjadi. Bahan baku yang terlalu banyak campuran biji plastik daur ulang dapat mengakibatkan mold jelek, karena suhu untuk melelehkan biji plastik daur ulang dan biji plastik murni memiliki perbedaan.



Gambar 4.7 Diagram sebab akibat botol plastik setengah buntu

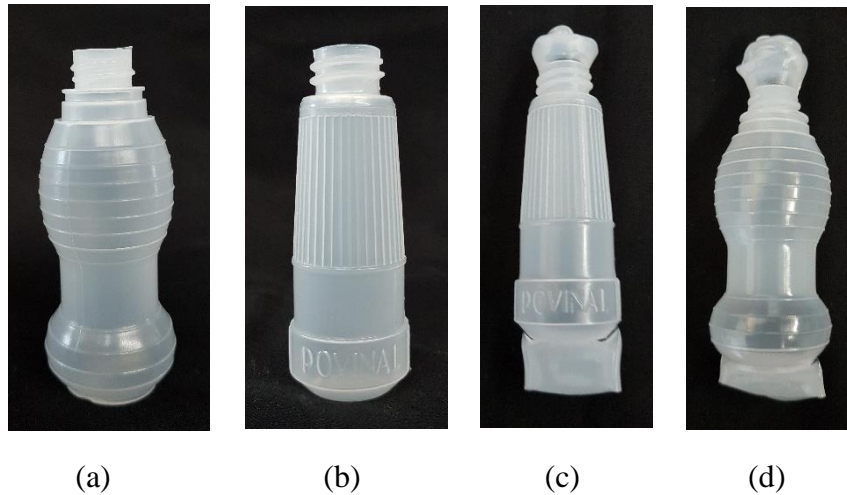
Penyebab botol plastik setengah buntu berdasarkan diagram diatas paling banyak disebabkan oleh mesin. Menurut narasumber, penyebab botol setengah buntu berawal dari mesin produksi. Penyebab tersebut bisa direduksi apabila karyawan intens memantau hasil dan keadaan panas pisau. Suhu yang dialirkan ke pisau, harus benar-benar panas, hal ini menjaga hasil potongan mold rapi tidak tergores ataupun menutup permukaan mold. Suhu yang terlalu panas dan pisau yang sudah lama dapat menyebabkan pisau patah, patahnya pisau menyebabkan potongan mold yang kurang rapi dan menimbulkan goresan. Sehingga perlu dilakukan monitoring terhadap pisau. Selain itu, tekanan sepul yang kurang kuat juga dapat membuat permukaan botol tidak lubang sepenuhnya (setengah buntu). Manusia disini adalah otak dari otak mesin, sehingga perlu adanya ketelitian, monitoring terhadap mesin khususnya pisau agar tidak terjadi *defect* produk botol plastik setengah buntu. Metode yang sudah dianjurkan oleh narasumber harusnya dilakukan dengan baik oleh karyawan, seperti pemeriksaan output botol plastik setiap berapa menit sekali guna melihat kepresisian mesin dan perlu dilakukan alur pengerjaan yang terstruktur agar tidak terlewat bagian-bagian terpenting dalam menjaga kualitas botol. Dan penyebab terakhir adalah bahan, bahan yang tercampur dengan kotoran debu atau benda lain dapat mengganggu pemotongan mold atau proses sepul.



Gambar 4.8 Diagram sebab akibat botol plastik kotor

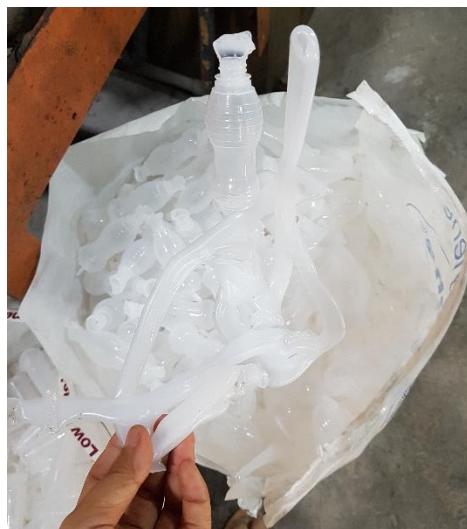
Penyebab paling utama botol plastik kotor menurut diagram diatas yakni disebabkan oleh manusia, mesin, dan metode. Menurut narasumber perusahaan, penyebab utama botol plastik kotor adalah terletak pada manusia. Cerobong mesin sebagai tempat utama untuk memasukkan biji plastik (bahan baku) dan tempatnya berada diatas mesin dan menghadap keatas, dapat dilihat pada Gambar 4.3. Kondisi ruangan produksi tidak tertutup sehingga debu dan kotoran lainnya dapat masuk dengan mudah ke dalam cerobong mesin. Seharusnya setelah memasukkan bahan baku, karyawan harus menutup cerobong mesin. Namun karena dianggap sepele dan tidak berpengaruh besar oleh karyawan sehingga tidak ditutup kembali. Selain itu karyawan juga mengontrol dan mengerjakan yang lainnya, sehingga hal kecil untuk menutup cerobong terabaikan. Kotoran dalam mesin berpengaruh juga terhadap botol plastik, namun kotoran yang berada di mesin tersebut berawal dari kotoran dari luar dan mengendap didalam mesin. Bahan baku dengan campuran biji plastik daur ulang dapat menyebabkan botol plastik kotor, tidak menutup kemungkinan biji plastik daur ulang tersebut prosesnya juga tercampur dengan debu atau kotoran lainnya ataupun biji plastik yang sudah berkali-kali didaur ulang sehingga keelastisan dan warna bahan berubah dan menyebabkan botol plastik tidak hanya kotor, namun juga berubah warna.

Hasil produksi botol plastik tidak semua bagus, tentu ada *defectnya* seperti botol setengah buntu, kotor, dan penyok (Gambar 1.2). Berikut adalah beberapa gambar botol plastik sebelum di potong dan sesudah:



Gambar 4.9 Hasil produksi botol plastik untuk lem (b dan c) dan untuk tinta (a dan d)

Pada Gambar 4.9 diatas, gambar (b) dan gambar (c) adalah produksi botol plastik untuk lem povinal. Gambar 4.9 (c) dan (d) adalah hasil awal setelah keluar dari mesin, masih ada bagian atas dan bawah dari botol yang harus di potong dan hal ini dilakukan pada proses sortir dan *finishing*, hasil dari proses tersebut terlihat pada gambar (a) dan (b).

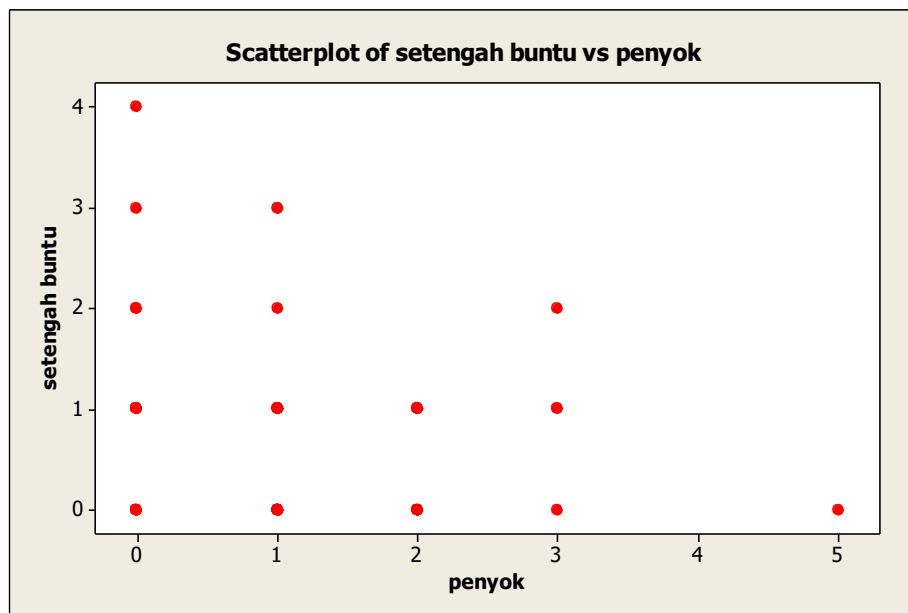


Gambar 4.10 Hasil stel mesin terhadap mold yang kurang panas

Gambar 4.10 di atas adalah gambar *defect* plastik ketika stel mesin terhadap suhu mesin yang kurang panas. Untuk mengetahui mold sudah cukup panas atau belum dan siap untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya, mold harus dicek keelastisitasnya dengan mencetak cukup panjang sampai dengan mold cukup panas. Biasanya untuk mengecek keelastisitasnya, karyawan menekan hasil mold dengan tangan dan mengandalkan feeling.

4.6 Scatter Diagram

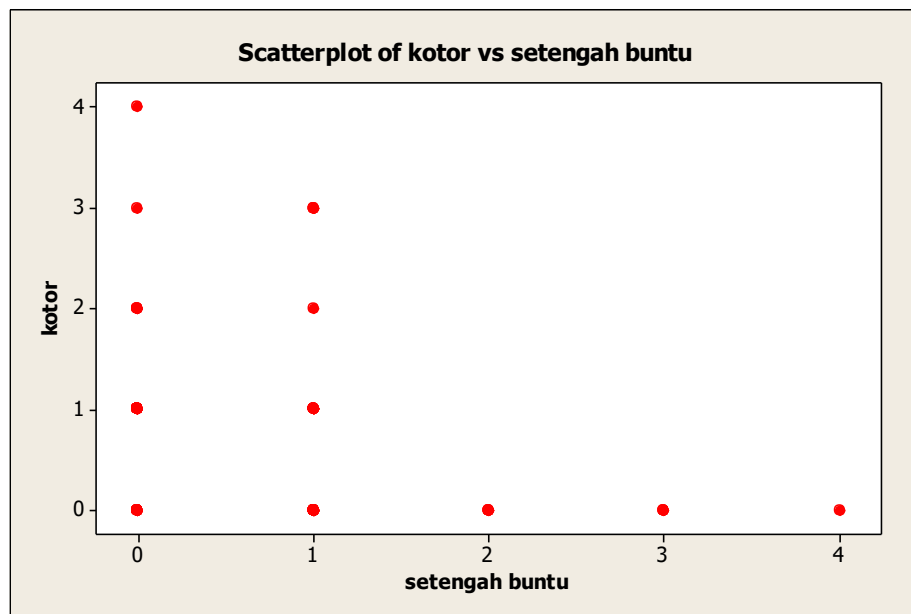
Beberapa *defect* produk yang telah didapatkan dan dilakukan analisa berdasarkan diagram alir, ada kemungkinan antar *defect* produk memiliki hubungan penyebabnya. Pola hubungan antar korelasi dapat dinyatakan memiliki hubungan positif, negatif, dan tidak memiliki hubungan. Berikut adalah korelasi antar *defect* produk botol plastik:



Gambar 4.11 Scatterplot botol plastik setengah buntu versus botol plastik penyok

Gambar 4.11 diatas menunjukkan adanya hubungan penyebab botol penyok dan botol setengah buntu. Hal tersebut dapat dilihat dari sumbu x dan sumbu y yang saling berhubungan meski ada satu titik yang berlainan, namun secara umum gambar tersebut saling berhubungan. Gambar 4.11 diatas menunjukkan adanya pola negatif

scatterplot, hal ini menunjukkan bahwa semakin besarnya penyebab botol setengah buntu akan berkibat semakin kecil penyebab botol penyok, dan semakin besar penyebab botol penyok maka semakin kecil penyebab botol setengah buntu. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penyebab botol penyok dan botol setengah buntu memiliki hubungan saling berkebalikan. Berdasarkan analisa sebelumnya pada diagram alir, menunjukkan bahwa botol setengah buntu diakibatkan oleh panasnya pisau dan botol penyok diakibatkan oleh panasnya mesin. Jadi aliran panas untuk mesin dan pisau berasal dari satu sumber yang sama, kemudian panas tersebut bercabang dan terbagi tidak merata kearah pisau dan mesin, sehingga perlu waktu beberapa saat untuk membuat panas merata ke arah pisau dan mesin.

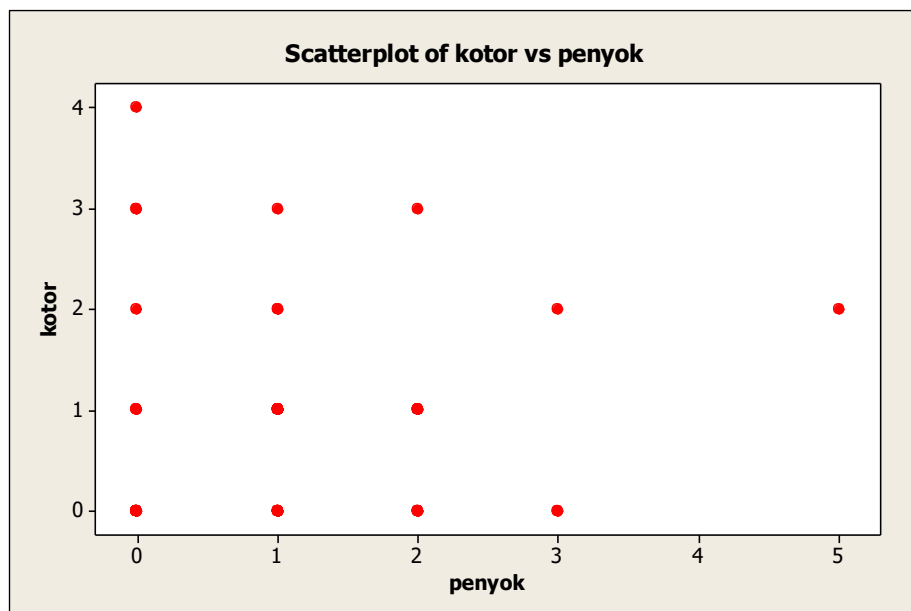


Gambar 4.12 *Scatterplot* botol plastik kotor versus botol plastik setengah buntu

Gambar 4.12 diatas menunjukkan adanya hubungan penyebab botol kotor dan botol setengah buntu. Hal tersebut dapat dilihat dari sumbu x dan sumbu y yang saling berhubungan. Gambar 4.12 menunjukkan adanya pola negatif *scatterplot*, hal ini menunjukkan bahwa semakin besarnya penyebab botol kotor akan berkibat semakin kecil penyebab botol setengah buntu, dan semakin besar penyebab botol setengah buntu maka semakin kecil penyebab botol kotor. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penyebab botol kotor dan botol setengah buntu memiliki hubungan saling

berkebalikan. Berdasarkan analisa sebelumnya di diagram alir, menunjukkan bahwa sebenarnya tidak berhubungan antara penyebab botol kotor setengah buntu, karena penyebab botol kotor adalah adanya debu yang bercampur pada bahan baku dan botol setengah buntu berasal dari panas pisau.

Gambar 4.13 di bawah ini menunjukkan tidak adanya hubungan antara penyebab botol kotor dan botol penyok. Hal ini dapat dilihat bahwa plot titik menyebar dan tidak membentuk pola positif maupun negatif. Jika dianalisa dari diagram alir diatas, menunjukkan bahwa proses mendapatkan produk cacat kotor dan penyok tidak saling berhubungan. Botol kotor diakibatkan kecerobohan karyawan yang tidak menutup cerobong mesin (*input*) sehingga kotoran debu ikut diolah sebagai bahan baku, dan botol penyok diakibatkan oleh suhu mesin yang terlalu panas sehingga kedua penyebab tersebut tidak saling berhubungan untuk mendapatkan produk cacat.

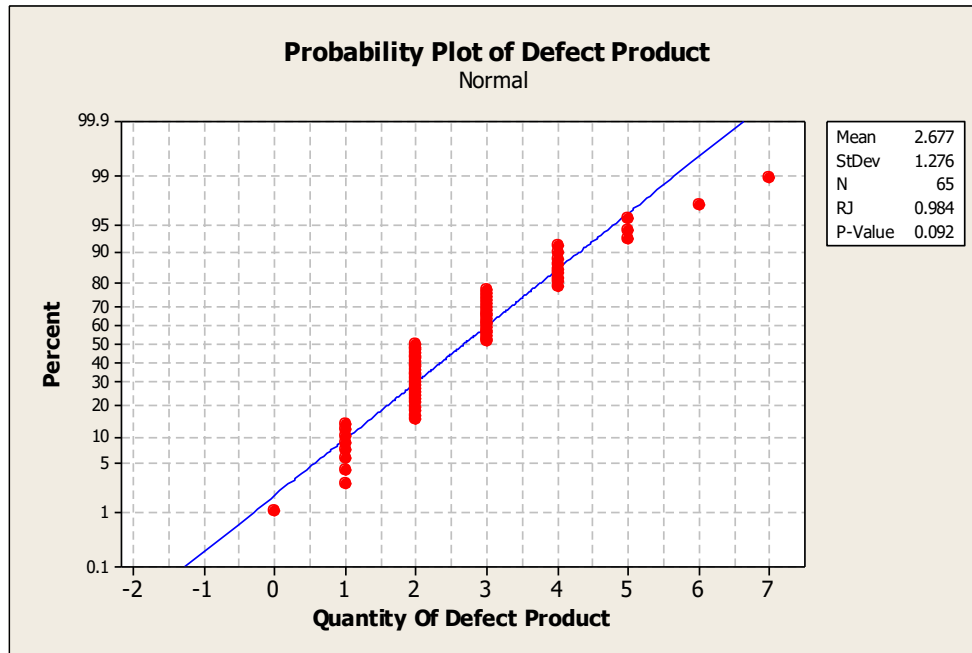


Gambar 4.13 *Scatterplot* botol plastik kotor *versus* botol plastik penyok

4.7 Peta Kendali

Tahap selanjutnya yakni dilakukan pengolahan data menggunakan peta kendali. Sebelum diolahnya data menggunakan peta kendali, dilakukan uji normalitas data terlebih dahulu untuk memastikan data tersebut terdistribusi normal atau tidak.

Kenormalan data akan mempengaruhi bagaimana pengolahan data selanjutnya. Berikut adalah hasil pengolahan data menggunakan minitab untuk mengetahui data yang diperoleh sudah berdistribusi normal atau belum. Jika data belum normal, maka data harus diolah terlebih dahulu untuk menormalkan dat tersebut. Berikut adalah hasil pengujian normalitas data:



Gambar 4.14 Uji normalitas *Ryan Joiner*

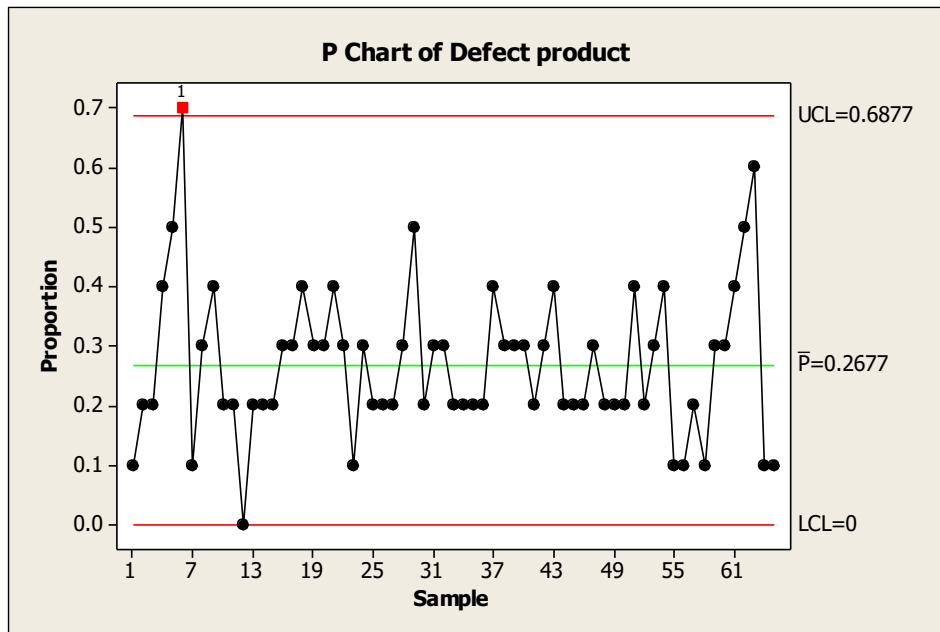
Gambar diatas menunjukkan nilai p-Value sebesar 0.092. Menurut ilmu statistik, apabila p-Value bernilai lebih dari alfa, dimana alfa bernilai 0.05, maka data dapat dikatakan berdistribusi normal. Namun jika p-Value bernilai kurang dari alfa maka dapat dikatakan data tidak berdistribusi normal. Pada Gambar 4.3 menunjukkan p-Value lebih dari alfa, sehingga dapat disimplkan bahwa data telah berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan peta kendali. Berikut adalah perhitungan peta kendali menggunakan rumus (2.1-2.4).

$$p = \frac{np}{n} = \frac{174}{650} = 0.267692 \sim 0.2677$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.2677 + 3 \sqrt{\frac{0.2677(1-0.2677)}{10}} = 0.6877$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.2677 - 3\sqrt{\frac{0.2677(1-0.2677)}{10}} = -0.1523$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti diatas, dapat dilakukan pengolahan data peta kendali dengan menggunakan minitab sehingga didapatkan apakah data yang diperoleh sudah terkendali atau belum. Berikut adalah hasilnya:



Gambar 4.15 Peta P Data *Defect Product* (Tak terkendali)

Gambar 4.15 di atas merupakan distribusi proporsi produk cacat. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ada satu data yang menyebabkan peta tak terkendali, karena keluar dari batas kendali. Satu titik itu menunjukkan angka satu, berdasarkan uji minitab data tersebut tidak terkendali karena adanya sebuah titik atau lebih melebihi 3 sigma dari pusat garis tengah. Peta tersebut tidak terkendali karena dipengaruhi faktor luar yang dapat ditelusuri (*assignable causes*) seperti material, operator, dan lain sebagainya. Untuk menganalisa penyebab khusus dalam permasalahan ini, akan dibahas menggunakan diagram sebab akibat dan analisa FMEA. Selanjutnya membuat peta tersebut terkendali maka dapat dilakukan dengan menghapus satu data yang menebabkan tak terkendali. Berikut adalah perhitungan menggunakan rumus (2.1-2.4):

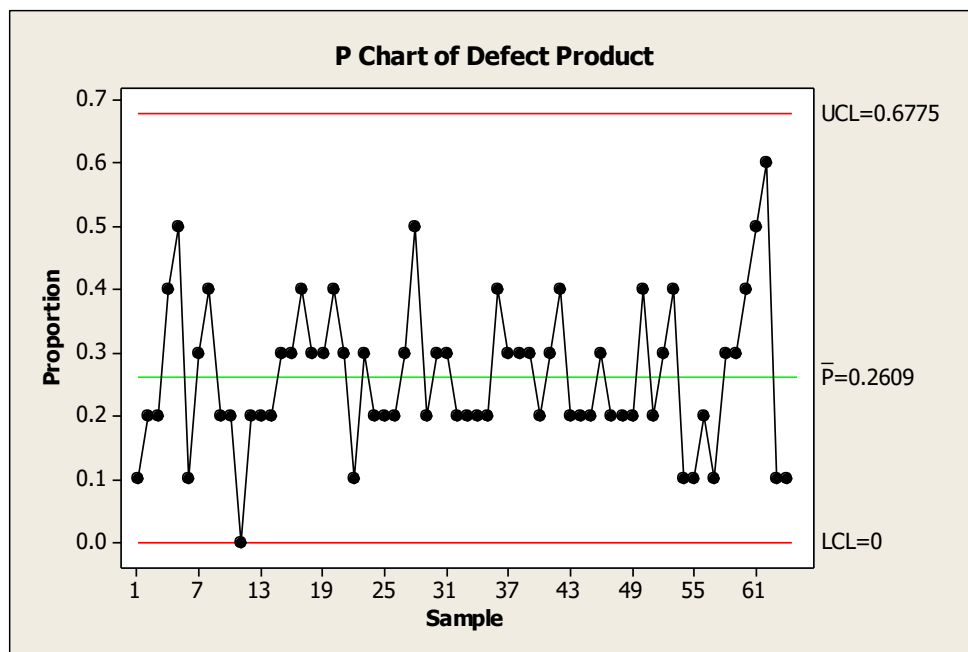
Data yang dihapus adalah angka 7, sehingga np bernilai 167. Dan penghapusan 1 data, maka banyaknya data yang diolah dikurangi 10, karena ukuran subgroup bernilai 10, sehingga n data sekarang bernilai 640.

$$p = \frac{np}{n} = \frac{167}{640} = 0.260938 \sim 0.2609$$

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.2609 + 3\sqrt{\frac{0.2609(1-0.2609)}{10}} = 0.6775$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.2609 - 3\sqrt{\frac{0.2609(1-0.2609)}{10}} = -0.1557$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti di atas, dapat dilihat hasil pengolahan data peta kendali atribut sebagai berikut:



Gambar 4.16 Peta P Data *Defect Product* (Terkendali)

Gambar 4.16 di atas menunjukkan bahwa proporsi kecacatan produk sudah berada pada batas kendali sehingga dapat dikatakan data sudah dalam keadaan terkendali dan dapat dilakukan analisa lebih lanjut. Dari data di atas diperoleh nilai UCL sebesar 0.6775, rata-rata produk cacat sebesar 0.2609, dan batas bawahnya 0. Untuk menjaga kualitas produk, *home industry* ini menetapkan batas maksimal cacat adalah

10%. Angka tersebut ditetapkan berdasarkan pengerjaan manual dan kondisi mesin yang sudah tidak prima lagi. Sedangkan hasil rata-rata proporsi cacat produk yang didapatkan yakni sebesar 26% sehingga *home industry* ini melakukan pekerjaan tambahan untuk melakukan pengecekan produk akhir sebelum di kemas. Besarnya cacat produk dan bagaimana menanggulangnya akan dilakukan analisa lebih lanjut pada bagian selanjutnya.

6.8 FMEA

Berdasarkan analisa sebelumnya, terdapat berbagai penyebab botol plastik setengah buntu, kotor, dan penyok. Berikut adalah analisa FMEA pada *home industry* botol plastik berdasarkan analisa penulis, wawancara dengan narasumber dan karyawan.

Tabel 4.3 Analisis FMEA pada *home industry* botol plastik

Faktor	Akibat kegagalan proses	S	Penyebab kegagalan	O	Kontrol yang dilakukan	D	RPN
Manusia	Terjadi defect produk	2	Kurang teliti	4	Operator diberi teguran dan diberi arahan	1	8
			Karyawan ceroboh	5	Operator diawasi dan diberi arahan	2	20
	Terjadi kecelakaan kerja	2	Kurang hati-hati	1	Operator diberi sarung tangan	1	2
Mesin	Proses produksi terganggu	4	Kinerja mesin kurang optimal	4	Melakukan maintenance mesin secara berkala	4	64
Bahan baku	Terjadi defect produk	3	Adanya campuran bahan daur ulang	2	Melakukan kontrol terhadap bahan	2	12
			Adanya kotoran debu	4	Menutup cerobong mesin	2	24

Metode	Terjadi defect produk	2	Inspeksi kurang intens	3	Diberikan penjelasan dan wawasan	2	12
			Alur pengerjaan kurang terstruktur	2	Diberikan SOP secara jelas dan detail	2	8

Tabel 4.4 Hasil score RPN

Faktor	Akibat kegagalan proses	RPN	Jumlah RPN	Rank
Manusia	Terjadi defect produk	28	30	3
	Terjadi kecelakaan kerja	2		
Mesin	Proses produksi terganggu	64	64	1
Bahan baku	Terjadi defect produk	36	36	2
Metode	Terjadi defect produk	20	20	4

Berdasarkan analisa FMEA pada Tabel 4.3, terlihat beberapa macam penilaian, mulai dari *severity*, *occurance*, dan *detection*. Kemudian dilakukan total penilaian dan ranking pada Tabel 4.4. *Severity* merupakan penilaian untuk menganalisis seberapa besar dampak yang akan mempengaruhi *output* yang dihasilkan selama proses produksi. Berdasarkan Tabel 4.3, nilai *severity* tertinggi yakni bernilai 4 pada faktor mesin. Pada hal ini, mesin memiliki dampak terbesar dalam mempengaruhi hasil produksi. Kebanyakan *defect* produk diakibatkan oleh mesin yang kurang stabil pengoperasiannya. Suhu mesin dan tekanan matras maupun tekanan sepul yang kurang stabil membuat botol penyok atau botol setengah buntu. *Occurance* merupakan penilaian mengenai probabilitas akan menghasilkan *defect* produk. Berdasarkan Tabel 4.3, nilai *occurance* tertinggi yakni bernilai 5 pada faktor manusia. Hal ini dikarenakan kecerobohan manusia yang tidak bisa dihilangkan, sehingga membuat *defect* produk semakin besar dan semakin banyak. Karyawan tidak hanya ceroboh dalam hal bahan baku, namun juga terhadap stel mesin. Karena hal ini membuat kinerja mesin juga

terganggu, kini *defect* produk bertambah menjadi tiga, yakni botol penyok, botol setengah buntu, dan botol kotor. *Detection* merupakan kemampuan untuk mengontrol terjadinya kegagalan. Tabel 4.3, nilai *detection* tertinggi bernilai 4 pada faktor mesin. Faktor mesin cukup susah untuk mendeteksi *defect* produk, hal ini diakibatkan mesin tidak memiliki notifikasi apabila produk cacat.

Nilai RPN dan ranking RPN dapat dilihat pada Tabel 4.4. Berdasarkan tabel tersebut diperoleh nilai RPN tertinggi yakni faktor mesin, kemudian bahan baku, metode, dan yang terakhir yakni metode. Mesin memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap *defect* produk yang dihasilkan, karena mesin adalah alat pembuat produk. Apabila suhu kurang panas ataupun mesin tidak berjalan sesuai kontrol, maka akan menghasilkan produk yang tidak sesuai sehingga menimbulkan *defect* produk. Selain mesin, bahan baku juga cukup berpengaruh terhadap *defect* produk. Bahan baku kotor ataupun bahan baku daur ulang membuat kualitas produk menurun. Botol dengan kondisi kotor akan membuat tampilan botol terkesan tidak estetik dan menunjukkan kinerja sebuah *home industry* tidak profesional. Botol dengan bahan baku daur ulang yang terlalu banyak sehingga dapat menurunkan kualitas botol, seperti dapat membuat botol mudah bocor. Hal ini diakibatkan ketahanan botol menurun, keelastisan dan ketahanan botol menurun. Adanya manusia membantu menurunkan tingkat *defect* produk yang dihasilkan, karena dapat mengontrol. Namun manusia tidak sepenuhnya teliti sehingga belum sepenuhnya mereduksi *defect* produk dan dapat pula menambah penyebab *defect* produk. Selanjutnya yakni metode kerja, sebenarnya metode kerja telah dilakukan dengan benar, namun ketika terjadi permasalahan terhadap mesin, karyawan tidak memeriksa pada asal penyebab mesin tersebut terjadi, sehingga pemeriksaan tidak teratur dan cenderung mengulang-ulang kegiatan yang dapat memakan waktu. Kegagalan yang terjadi pada mesin tidak hanya menghasilkan *defect* produk saja, namun juga kerugian biaya dan waktu. Kerugian biaya yang dimaksud yakni adanya pemborosan biaya bahan baku, biaya listrik, biaya karyawan, dan lain sebagainya. Sedangkan kerugian waktu yang dimaksud yakni, seharusnya selesai lebih

cepat namun sekarang bisa lebih lambat. Berdasarkan tingkat nilai RPN diatas, perusahaan dapat melakukan tindakan yang tepat berdasarkan ranking RPN.

Adapun usulan perbaikan terhadap *home industry* botol plastik berdasarkan hasil FMEA dan analisa *seven tools* yakni:

1. Perlu adanya setting control pada mesin, untuk mengetahui pengaruh dari penyebab *defect* produk.
2. Perlu adanya perawatan mesin secara intens, karena perawatan mesin selama ini berlangsung cukup lama, sekitar 15 sampai dengan 20 tahun sekali, atau bahkan ketika mesin rusak saja.
3. Perlu adanya pelatihan dan pembelajaran karyawan terhadap mesin untuk tetap menjaga mesin tetap prima kondisinya. Karyawan juga harus belajar dasar dan penyebab inti yang mengakibatkan mesin tidak stabil. Selain itu, *home industry* harus membuat aturan SOP yang jelas tentang operasional mesin.
4. *Home industry* sebaiknya memberikan wawasan dan pengetahuan bagi karyawan lainnya mengenai operasional mesin. Hal ini bertujuan agar tidak bergantung pada satu orang saja.
5. *Home industry* baiknya melakukan pengarsipan data baik mengenai produk cacat, produk baik yang dihasilkan, produk kirim, tanggal kirim, dan arsip data lainnya, guna memperjelas data masuk, data keluar, dan data lainnya yang sewaktu-waktu mungkin dibutuhkan.
6. *Home industry* sebaiknya memberikan pengarahan dan sanksi yang tegas bagi karyawan yang sangat ceroboh
7. Jika melakukan buka tutup cerobong mesin adalah hal yang membuang waktu, sebaiknya dibuatkan partisi atau penutup yang cukup aman agar bahan baku tidak mudah kotor.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa mengenai *defect* produk terhadap pembuatan botol plastik di sebuah *home industry* menggunakan *seven tools* dan FMEA. Berikut adalah kesimpulannya:

1. Telah dilakukan pengendalian kualitas *defect* produk menggunakan *seven tools* dan FMEA. Kedua metode ini cukup membantu secara detail mulai dari pengumpulan data, identifikasi sampai dengan analisa akhir. Jumlah produk yang di inspeksi pada tanggal 23-09-2019 sampai dengan 28-09-2019 sebesar 650 botol plastik, dan total *defect* produk sebesar 174 botol plastik. Prosentase *defect* produk sebesar 22.5% dari keseluruhan cacat pada periode tersebut.
2. Berdasarkan metode yang telah digunakan, penyebab *defect* produk botol plastik dikarenakan oleh empat faktor, manusia, bahan baku, mesin, dan metode. Secara umum penyebab utama *defect* produk adalah mesin produksi yang kurang optimal pengerjaannya. Namun untuk masing-masing *defect* produk memiliki penyebab utama masing-masing, seperti botol penyok penyebab utamanya adalah manusia dan mesin. Botol kotor disebabkan oleh manusia, mesin, dan metode. Kemudian botol setengah buntu disebabkan oleh mesin.
3. Berdasarkan analisa FMEA, nilai RPN tertinggi didapat dari faktor mesin, kemudian bahan baku, manusia, dan metode. Berdasarkan nilai RPN tersebut sebaiknya *home industry* melakukan konsentrasi perbaikan pada kestabilan mesin, komposisi dan kebersihan bahan baku, pengarahan dan pemberian sanksi bagi karyawan, dan pembuatan alur metode yang jelas dan terstruktur.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan keterbatasan penelitian ini, penulis memberikan rekomendasi bagi *home industry* dan penelitian selanjutnya, yakni sebagai berikut:

- Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penyebab *defect* produk terjadi pada mesin sehingga *home industry* harus melakukan tindakan lebih lanjut terhadap mesin tersebut.
- Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan uji *setting* kontrol pada mesin untuk mengetahui penyebab *defect* produk dari mesin tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, A. and Rumita, R. (2015) 'Analisis Upaya Pengendalian Kualitas Kain Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Pada Mesin Shuttel Proses Weaving PT Tiga Manunggal Synthetic Industries', *Jurnal Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*,.
- Assauri, S. (1993) *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Keem. Jakarta: FPFEUI.
- Bank, J. (1992) *The Essence of Total Quality Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Briascos, B. *et al.* (2016) 'Packaging evaluation approach to improve cosmetic product safety', *Cosmetics*, 3(3). doi: 10.3390/cosmetics3030032.
- Chase, R. B. and Jacob, E. R. (2006) '2006 Book Chase _Operations Management for competitive advantage.pdf', pp. 318–371.
- David, A. G. (1988) *Managing Quality 'The Strategic and Competitive Edge'*. New York, London: The Free Press.
- Dutta, S., Nadaf, M. B. and Mandal, J. N. (2016) 'An Overview on the Use of Waste Plastic Bottles and Fly Ash in Civil Engineering Applications', *Procedia Environmental Sciences*. The Author(s), 35, pp. 681–691. doi: 10.1016/j.proenv.2016.07.067.
- Fadlalla, N. (2010) 'A cknow ledgem ent'.
- Al Fakhri, F. (2010) 'Pengaruh Kualitas Terhadap Keputusan Pembelian'.
- Hargo, H. D. (2013) 'Implementasi Metode Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Tali rafia Hitam Dengan Menggunakan Metode Statistik di UD Kartika Plastik Jombang', *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(1), pp. 1–19.
- Hidayatullah Elmas, M. S. (2017) 'Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Toko Roti Barokah Bakery', *Wiga : Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi*, 7(1), pp. 15–22. doi: 10.30741/wiga.v7i1.330.
- Hopewell, J., Dvorak, R. and Kosior, E. (2009) 'Plastics recycling: Challenges and

- opportunities’, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), pp. 2115–2126. doi: 10.1098/rstb.2008.0311.
- Iacovidou, E., Velenturf, A. P. M. and Purnell, P. (2019) ‘Quality of resources: A typology for supporting transitions towards resource efficiency using the single-use plastic bottle as an example’, *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 647, pp. 441–448. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.344.
- Ilham, M. N. (2014) ‘Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Statistical Proccesing control (SPC) Pada PT. BOSOWA Media Grafika (Tribun Timur)’, *Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis*, 8, p. h 86.
- Khomah, I. and Siti Rahayu, E. (2015) ‘Aplikasi Peta Kendali p sebagai Pengendalian Kualitas Karet di PTPN IX Batujamus/Kerjoarum’, *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 1(1), pp. 12–24. doi: 10.18196/agr.113.
- Kirwan, M. J., Plant, S. and Strawbridge, J. W. (2011) ‘Plastics in Food Packaging’, *Food and Beverage Packaging Technology: Second Edition*, pp. 157–212. doi: 10.1002/9781444392180.ch7.
- Mamang (2015) *Kenali Simbol-Simbol Pada Kemasan, Kementrian Perindustrian Republik Indonesia*. Available at: <http://bbihp.kemenperin.go.id/web/berita/detail/50/dinas/kenali-simbol-simbol-pada-kemasan>.
- Philip, K. (2012) *Marketing Management*. 14 Edition. Pearson.
- Pujawan, I. N. (2017) *Supply Chain Management Edisi 3*. 3rd edn. Edited by Maya. ANDI Yogyakarta.
- Puspitasari, N. B. and Martanto, A. (2014) ‘Penggunaan Fmea Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal)’, *J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 9(2), pp. 93–98. doi: 10.12777/jati.9.2.93-98.
- Putro, Y. B. (2018) ‘analisis pengendalian kualitas produk minyak kelapa tropicoco’, p. 121.

- Schroeder, R. G. (2001) *High Performance Manufacturing*. Edited by B. B. Flynn. New York: John Wiley & Sons, INC.
- Surya, A., Agung, S. and Charles, P. (2017) ‘Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kualifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste’, *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), pp. 45–57. Available at: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430>.
- Wawolumaja, R. and Muis, R. (2013) ‘Pengendalian & Penjaminan Jurusan Teknik Industri - Fakultas Teknik 2013’, in. Bandung: Universitas Kristen Maranatha.
- Wignjosoebroto, S. (1995) *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Guna widya. Surabaya.
- Yafie, A. S., Suharyono and Abdillah, Y. (2016) ‘Pengaruh Kualitas Produk dan Kualitas Jasa Terhadap Kepuasan Pelanggan (Studia pada Pelanggan Food and Beverage 8 Oz Coffee Studio Malang)’, *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)/Vol*, 35(2), pp. 11–19.
- Andriyani, A. and Rumita, R. (2015) ‘Analisis Upaya Pengendalian Kualitas Kain Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Pada Mesin Shuttel Proses Weaving PT Tiga Manunggal Synthetic Industries’, *Jurnal Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*,.
- Assauri, S. (1993) *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Keem. Jakarta: FPFEUI.
- Bank, J. (1992) *The Essence of Total Quality Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Briascio, B. *et al.* (2016) ‘Packaging evaluation approach to improve cosmetic product safety’, *Cosmetics*, 3(3). doi: 10.3390/cosmetics3030032.
- Chase, R. B. and Jacob, E. R. (2006) ‘2006 Book Chase _Operations Management for competitive advantage.pdf’, pp. 318–371.
- David, A. G. (1988) *Managing Quality ‘The Strategic and Competitive Edge’*. New York, London: The Free Press.
- Dutta, S., Nadaf, M. B. and Mandal, J. N. (2016) ‘An Overview on the Use of Waste Plastic Bottles and Fly Ash in Civil Engineering Applications’, *Procedia Environmental Sciences*. The Author(s), 35, pp. 681–691. doi:

10.1016/j.proenv.2016.07.067.

Fadlalla, N. (2010) 'A cknow ledgem ent'.

Al Fakhri, F. (2010) 'Pengaruh Kualitas Terhadap Keputusan Pembelian'.

Hargo, H. D. (2013) 'Implementasi Metode Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Tali rafia Hitam Dengan Menggunakan Metode Statistik di UD Kartika Plastik Jombang', *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(1), pp. 1–19.

Hidayatullah Elmas, M. S. (2017) 'Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Toko Roti Barokah Bakery', *Wiga : Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi*, 7(1), pp. 15–22. doi: 10.30741/wiga.v7i1.330.

Hopewell, J., Dvorak, R. and Kosior, E. (2009) 'Plastics recycling: Challenges and opportunities', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), pp. 2115–2126. doi: 10.1098/rstb.2008.0311.

Iacovidou, E., Velenturf, A. P. M. and Purnell, P. (2019) 'Quality of resources: A typology for supporting transitions towards resource efficiency using the single-use plastic bottle as an example', *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 647, pp. 441–448. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.344.

Ilham, M. N. (2014) 'Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Statistical Procesing control (SPC) Pada PT. BOSOWA Media Grafika (Tribun Timur)', *Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis*, 8, p. h 86.

Khomah, I. and Siti Rahayu, E. (2015) 'Aplikasi Peta Kendali p sebagai Pengendalian Kualitas Karet di PTPN IX Batujamus/Kerjoarum', *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 1(1), pp. 12–24. doi: 10.18196/agr.113.

Kirwan, M. J., Plant, S. and Strawbridge, J. W. (2011) 'Plastics in Food Packaging', *Food and Beverage Packaging Technology: Second Edition*, pp. 157–212. doi: 10.1002/9781444392180.ch7.

Mamang (2015) *Kenali Simbol-Simbol Pada Kemasan, Kementrian Perindustrian*

- Republik Indonesia.* Available at:
<http://bbihp.kemenperin.go.id/web/berita/detail/50/dinas/kenali-simbol-simbol-pada-kemasan>.
- Philip, K. (2012) *Marketing Management*. 14 Edition. Pearson.
- Pujawan, I. N. (2017) *Supply Chain Management Edisi 3*. 3rd edn. Edited by Maya. ANDI Yogyakarta.
- Puspitasari, N. B. and Martanto, A. (2014) ‘Penggunaan Fmea Dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung Atm (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus Pt. Asaputex Jaya Tegal)’, *J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 9(2), pp. 93–98. doi: 10.12777/jati.9.2.93-98.
- Putro, Y. B. (2018) ‘analisis pengendalian kualitas produk minyak kelapa tropicoco’, p. 121.
- Schroeder, R. G. (2001) *High Performance Manufacturing*. Edited by B. B. Flynn. New York: John Wiley & Sons, INC.
- Surya, A., Agung, S. and Charles, P. (2017) ‘Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kualifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste’, *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), pp. 45–57. Available at:
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430>.
- Wawolumaja, R. and Muis, R. (2013) ‘Pengendalian & Penjaminan Jurusan Teknik Industri - Fakultas Teknik 2013’, in. Bandung: Universitas Kristen Maranatha.
- Wignjosoebroto, S. (1995) *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Guna widya. Surabaya.
- Yafie, A. S., Suharyono and Abdillah, Y. (2016) ‘Pengaruh Kualitas Produk dan Kualitas Jasa Terhadap Kepuasan Pelanggan (Studia pada Pelanggan Food and Beverage 8 Oz Coffee Studio Malang)’, *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)/Vol*, 35(2), pp. 11–19.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Berikut adalah perhitungan untuk uji kecukupan data yang akan digunakan untuk analisa lebih lanjut peta kendali P dengan menggunakan rumus 2.5

Tabel 1. Data perhitungan uji kecukupan data

Data ke-	Hari	Pukul	Data Pengamatan
1	Senin	8.00	10
2		8.30	10
3		9.00	10
4		9.30	10
5		10.00	10
6		10.30	10
7		11.00	10
8		13.00	10
9		13.30	10
10		14.00	10
11		14.30	10
12	Selasa	8.00	10
13		8.30	10
14		9.00	10
15		9.30	10
16		10.00	10
17		10.30	10
18		11.00	10
19		13.00	10
20		13.30	10
21		14.00	10
22		14.30	10
23	Rabu	8.00	10
24		8.30	10
25		9.00	10
26		9.30	10
27		10.00	10
28		10.30	10

29		11.00	10
30		13.00	10
31		13.30	10
32		14.00	10
33		14.30	10
34	Kamis	8.00	10
35		8.30	10
36		9.00	10
37		9.30	10
38		10.00	10
39		10.30	10
40		11.00	10
41		13.00	10
42		13.30	10
43		14.00	10
44		14.30	10
45	Jumat	8.00	10
46		8.30	10
47		9.00	10
48		9.30	10
49		10.00	10
50		10.30	10
51		11.00	10
52		13.00	10
53		13.30	10
54		14.00	10
55		14.30	10
56	Sabtu	8.00	10
57		8.30	10
58		9.00	10
59		9.30	10
60		10.00	10
61		10.30	10
62		11.00	10
63		11.30	10
64		12.00	10

65		12.30	10
		$\sum x$	650
		$(\sum x)^2$	422500
		$(\sum x^2)$	6500

(Sumber: *home industry* botol plastik)

Dari data diatas dapat dilakukan perhitungan dengan sebagai berikut

Diketahui:

$$k = 3$$

$$s = 10\%$$

$$N = 65 \text{ data}$$

$$\sum x = 650$$

$$(\sum x)^2 = 422.500$$

$$(\sum x^2) = 6.500$$

Rumus:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{3/10\% \sqrt{65 \times 6500 - 422.500}}{650} \right]^2$$

$$N' = 0, N' \leq N, 0 \leq 65$$

Karena $N' \leq N$ maka data dapat dikatakan cukup dan data dapat dilakukan perhitungan lebih lanjut.



Gambar 1. Pencetakan mold



Gambar 2. Mold dipres dengan matras



Gambar 3. Botol ditekan dengan sepul



Gambar 4. Botol plastik selesai cetak



Gambar 5. Mesin tampak dari depan



Gambar 6. Mesin tampak dari belakang



Gambar 7. Mesin tampak dari kanan



Gambar 8. Ruang kontrol mesin



Gambar 9. Pengumpulan botol plastik



Gambar 10. Produk botol untuk tinta



Gambar 11. Produk botol untuk lem

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis yaitu Tri Ilma Sari, dengan nama panggilan Ilma. Penulis dilahirkan di Sidoarjo, 04 Desember 1995, merupakan anak ketiga dari 3 bersudara. Saat ini penulis tinggal di RT 03 RW 03 Ds. Kebonsari Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmawanita Kebonsari, SDN Kebonsari, SMPN 1 Candi, dan SMAN 2 Sidoarjo. Setelah lulus dari SMAN pada tahun 2014 penulis mengikuti SNMPTN-Undangan dan diterima di Departemen Fisika, Fakultas Ilmu Alam di ITS dan terdaftar dengan NRP 01111440000007. departemen Fisika ini penulis mengambil bidang studi instrumentasi dan elektronika. Penulis sempat aktif di UKM *Technopreneur Development Centre (TDC)* ITS. Penulis pernah menjadi asisten laboratorium bidang fisika madya (laboratorium gelombang dan fisika modern), selain itu penulis menjadi asisten dosen fisika dasar 1 dan fisika dasar 2. Penulis untuk sekarang bekerja di perusahaan percetakan di Surabaya sambil kuliah S2 di Magister Manajemen Teknologi di ITS. Penulis memiliki usaha dibidang kuliner dan masih aktif sampai sekarang. Saran dan kritik atau sharing tentang tugas akhir ini bisa menghubungi email penulis.

triilmasari@gmail.com