TUGAS AKHIR – TI 184833

PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER PADA PT. JERIGEN DENGAN SIX SIGMA

JUWITA RISMAWATI
NRP. 02411640000046

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D., IPU
NIP. 195908171987031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

TUGAS AKHIR – TI 184833

PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER PADA PT. JERIGEN DENGAN SIX SIGMA

JUWITA RISMAWATI
NRP. 02411640000046

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D., IPU
NIP. 195908171987031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – TI 184833

QUALITY IMPROVEMENT OF PROCESS PRODUCTION OF 5-LITER JERRY CANS AT PT. JERIGEN USING SIX SIGMA

JUWITA RISMAWATI
NRP. 02411640000046

SUPERVISOR
Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D., IPU
NIP. 195908171987031002

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LEMBAR PENGESAHAN

PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER PADA PT. JERIGEN DENGAN SIX SIGMA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari
Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia

Penulis
JUWITA RISMAWATI
NRP 02411640000046

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc.,Ph.D., IPU
NIP. 195908171987031002

SURABAYA, Juli 2020

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

PERBAIKAN KUALITAS PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER PADA PT. JERIGEN DENGAN SIX SIGMA

Nama : Juwita Rismawati
NRP : 02411640000046
Pembimbing : Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D., IPU

ABSTRAK

PT. Jerigen merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam industri manufaktur *packaging* dari plastik dengan menggunakan *injection* dan *blow molding*. Salah satu produk yang diproduksi secara kontinu yaitu Jerigen 5 Liter. Proses produksi Jerigen 5 Liter masih menghasilkan jumlah produk *defect* yang tinggi melebihi 3% dari sasaran mutu jumlah produksi. Terdapat lima jenis *defect* yang menjadi *defect* kritis yaitu gumpal, bintik hitam, tes drop pecah, transparan dan bocor. Hal ini akan menyebabkan perusahaan mengalami kerugian dan menurunkan kepercayaan konsumen. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk meminimalisir variasi produk yang mengakibatkan banyak produk *defect* dengan *Six Sigma*. Penelitian dimulai dari identifikasi proses produksi menggunakan *flow chart*, jenis *defect* dan *critical to quality* produk. Kemudian menghitung tingkat *defect* dengan *pareto chart* dan kapabilitas proses didapatkan nilai sigma awal perusahaan yaitu 4,04. Selanjutnya dilakukan analisis akar penyebab permasalahan menggunakan *fishbone diagram* dan *5 whys analysis* didapatkan 8 akar permasalahan dan dilakukan pengisian kuisioner FMEA untuk menilai *severity*, *occurence*, dan *detection* dari setiap akar permasalahan. Dalam penelitian ini diusulkan lima alternatif perbaikan salah satunya yaitu perbaikan pada sistem inspeksi dan pemeliharaan. Apabila alternatif perbaikan tersebut diterapkan oleh perusahaan secara keseluruhan, maka akan terjadi peningkatan nilai level sigma dari 4,04 menjadi 4,14.

Kata Kunci : *5 Whys, Defect, Fishbone Diagram, Kapabilitas Proses, Six Sigma*

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

QUALITY IMPROVEMENT OF PROCESS PRODUCTION OF JERRY CANS 5 LITERS AT PT. JERIGEN USING SIX SIGMA

Name : Juwita Rismawati
Student ID : 02411640000046
Supervisor : Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc., Ph.D., IPU

ABSTRACT

PT. Jerigen is a company engaged in the plastic packaging manufacturing industry using injection and blow molding. One of the products that is produced continuously is 5 Liter Jerry Cans. The production process of 5 Liter Jerrycans still produces a high number of defect products that exceed 3% of the quality target of the total production. There are five types of defects that become critical defects, namely lumps, black spots, broken drop tests, transparent and leaking. This will cause the company to experience losses and reduce consumer confidence. Therefore, this research was conducted to minimize the variety of products that resulted in many product defects with Six Sigma. The research starts from the identification of the production process using flow charts, the types of defects and critical to product quality. Then calculate the defect level with a pareto chart and process capability, the company's initial sigma value is 4.04. Furthermore, analysis of the root cause of the problem was carried out using a fishbone diagram and 5 whys analysis, which obtained 8 root causes and completed the FMEA questionnaire to assess the severity, occurrence, and detection of each root cause. In this study, five alternative improvements are proposed, one of which is repairing the inspection and maintenance system. If the alternative improvement is implemented by the company as a whole, there will be an increase in the sigma level value from 4.04 to 4.14.

Keywords : *5 Whys, Defect, Fishbone Diagram, Process Capability, Six Sigma*

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul "Perbaikan Kualitas Proses Produksi Jerigen 5 Liter Pada PT. Jerigen Dengan Six Sigma". Laporan Tugas Akhir disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada program studi S1 Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Muqodimah, Bapak Muhammad Aries dan adik penulis, Aditya Nova Rismantoro, beserta keluarga besar penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc.,Ph.D., IPU selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc., Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. dan Bapak Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T. selaku dosen penguji Seminar Proposal dan Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc. dan Ibu Atikah Aghdhi Pratiwi S.T., M.T. selaku dosen penguji Sidang Tugas Akhir.
4. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS serta seluruh Bapak dan Ibu dosen serta staf administrasi Departemen Teknik Sistem dan Industri.
5. *Stakeholder* PT. Jerigen yang membimbing dan membantu dalam proses penelitian.
6. Anisa Rahmawati, Aurora Ayu Kusuma, Rosavie Della Febyta dan Fadhila Putra yang mendukung dan mendengar keluh kesah penulis.
7. Seluruh teman-teman Teknik Sistem dan Industri angkatan 2016, TI 32.
8. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima demi perbaikan penulisan selanjutnya.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
ABSTRAK iii
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 9
1.3 Tujuan Penelitian 9
1.4 Manfaat Penelitian 9
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 9
1.6 Sistematika Penulisan 10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 13
2.1 Kualitas 13
2.2 Pengendalian Kualitas 14
2.3 *Six Sigma* 16
2.3.1 Fase *Six Sigma* 18
2.3.2 *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) 20
2.3.3 *Critical To Quality* (CTQ) 21
2.4 *Root Cause Analysis* 22
2.5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) 23
2.6 Plastik 24
2.7 *Blow Molding* 29
2.7.1 *Injection Blow Molding* 33
2.7.2 *Extrusion Blow Molding* 34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 37
3.1 *Flowchart* Metodologi Pelaksanaan Penelitian 37
3.2 Penjelasan *Flowchart* Metodologi Pelaksanaan Penelitian 38

3.2.1 Tahap Identifikasi Awal 38
3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data 39
3.2.2.1 *Define* 39
3.2.2.2 *Measure* 40
3.2.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data 42
3.2.3.1 *Analyze* 42
3.2.3.2 *Improve* 46
3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran 46
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 47
4.1 Tahap *Define* 47
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan 47
4.1.2 Proses Produksi Jerigen 5 Liter 49
4.1.2.1 Prosedur Persiapan Produksi 50
4.1.2.2 Prosedur Pelaksanaan Produksi 51
4.1.2.3 Prosedur Pengendalian Produk Tidak Sesuai 54
4.1.3 Identifikasi Jenis *Defect* 56
4.1.4 *Critical To Quality* Jerigen 5 Liter 57
4.2 Tahap *Measure* 58
4.2.1 Menghitung Tingkat *Defect* 58
4.2.2 Menghitung Kapabilitas Proses Awal Produksi Jerigen 5 Liter Berdasarkan Nilai Sigma dan DPMO 62
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA 65
5.1 Tahap *Analyze* 65
5.1.1 Analisis Perhitungan Nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) Serta Nilai *Sigma* dan Jenis-Jenis *Defect* 65
5.1.2 Analisis Penyebab *Defect* Dengan *Root Cause Analysis* (RCA)68
5.1.3 Analisis Akar Penyebab *Defect* 74
5.1.4 Analisis Kegagalan Dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) 80
5.2 Tahap *Improve* 88
5.2.1 Alternatif Rekomendasi Perbaikan 88
5.2.1.1 Perbaikan pada Sistem dan Manajemen Produksi 88

5.2.1.2 Perbaikan pada Sistem Inspeksi dan Pemeliharaan 91
5.2.2 Estimasi Target Perbaikan 93
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 97
6.1 Kesimpulan.....97
6.2 Saran.....98
6.2.1 Saran untuk Perusahaan.....98
6.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya 99
DAFTAR PUSTAKA 101
LAMPIRAN..... xix
BIOGRAFI PENULIS xxxi

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 *Defect Rate* Jerigen 5 Liter 180 gram Tahun 2019 6
Gambar 2. 1 Siklus DMAIC dalam *Six Sigma* 18
Gambar 2. 2 Proses Dasar *Blow Molding* 30
Gambar 2. 3 Tahapan Umum Proses *Blow Molding* 31
Gambar 2. 4 *Jenis Blow Molding* 32
Gambar 2. 5 *Injection Blow Molding* 34
Gambar 2. 6 *Extrusion Blow Molding* 35
Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian 37
Gambar 3. 2 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan) 38
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. Jerigen 48
Gambar 4. 2 Prosedur Persiapan Produksi 50
Gambar 4. 3 Prosedur Pelaksanaan Produksi 51
Gambar 4. 4 Prosedur Pelaksanaan Produksi (Lanjutan) 52
Gambar 4. 5 Proses Produksi Jerigen 5 Liter dengan Mesin *Blow Molding* 53
Gambar 4. 6 *Pareto Chart* Jenis *Defect* Produk Jerigen 5 Liter 61
Gambar 4. 7 Perhitungan Nilai *Sigma* Menggunakan Kalkulator *Sigma* (*isixisgma.com*) 64
Gambar 5. 1 *Cause and Effect Diagram Defect* Gumpal 69
Gambar 5. 2 *Cause and Effect Diagram Defect* Bintik Hitam 69
Gambar 5. 3 *Cause and Effect Diagram Defect* Tes Drop Pecah 70
Gambar 5. 4 *Cause and Effect Diagram Defect* Transparan 70
Gambar 5. 5 *Cause and Effect Diagram Defect* Bocor 71
Gambar 5. 6 Mekanisme Rancangan Perbaikan *Layout* 89
Gambar 5. 7 Mekanisme Perbaikan dalam Pengecekan Berkala 92
Gambar 5. 8 Perhitungan Target Perbaikan Nilai *Sigma* dengan Kalkulator *Sigma* (*isixsigma.com*) 96

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perbandingan Produk Jerigen 5 Liter 180 gram dengan Produk Prioritas Lainnya 4
Tabel 1. 2 Jumlah Produksi dan *Defect Rate* Produk Jerigen 5 Liter Januari–Desember 2019 5
Tabel 1. 3 Rincian dan Jumlah Komplain dan Retur Jerigen 5 Liter 7
Tabel 2. 1 Tingkatan Nilai *Sigma* 20
Tabel 2. 2 Sifat Mekanik Plastik Menurut SNI 25
Tabel 2. 3 Jenis-Jenis *Thermoplastic* 26
Tabel 3. 1 Hubungan Antara Nilai DPMO dengan Nilai Sigma 41
Tabel 3. 2 Skala *Severity* Menurut McDermott 43
Tabel 3. 3 Skala *Occurence* Menurut Mc Dermott 44
Tabel 3. 4 Skala *Detection* Menurut McDermott 45
Tabel 4. 1 Data *Defect* Produk Jerigen 5 Liter 180 gram pada Tahun 2019 59
Tabel 4. 2 Data Jenis-Jenis *Defect* Produk Jerigen 5 Liter 180 gram Tahun 2019 60
Tabel 4. 3 Rekap Jumlah Tiap Jenis *Defect* Berdasarkan CTQ Produk Jerigen 5 Liter 180 gram 60
Tabel 4. 4 Perhitungan *Pareto Chart* Jenis *Defect* 61
Tabel 4. 5 Perhitungan Nilai Sigma Produk Jerigen 5 Liter 180 gram 63
Tabel 5. 1 Akar Penyebab *Defect* Proses Produksi Jerigen 5 Liter Menggunakan 5 *Whys* 76
Tabel 5. 2 Penentuan *Rating Severity* Untuk Semua Jenis *Defect* 80
Tabel 5. 3 Penentuan Rating *Occurence* Untuk Semua Jenis *Defect* 81
Tabel 5. 4 Penentuan Rating *Detection* Untuk Semua Jenis *Defect* 81
Tabel 5. 5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) *Defect* Pada Proses Produksi Jerigen 5 Liter 82
Tabel 5. 6 Estimasi Perbandingan Kondisi Awal dan Perbaikan Jumlah *Defect* .. 94
Tabel 5. 7 Estimasi Jumlah *Defect* Setelah Perbaikan 94
Tabel 5. 8 Perhitungan Nilai *Sigma* Setelah Perbaikan 95

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yang meliputi batasan dan asumsi serta sistematika penulisan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi Indonesia masih akan ditopang oleh konsumsi rumah tangga yang berada pada kisaran 5% di sepanjang 2020 seperti yang diproyeksikan oleh riset dari Bank Mandiri pada EconMark: 2020 Economic Outlook (Olivia, 2020). Dalam menjaga keamanannya, produk-produk konsumsi rumah tangga tidak pernah terlepas dari kemasan. Menurut publikasi yang dibuat oleh Kementrian Perdagangan Republik Indonesia mengemukakan bahwa pasar kemasan global akan mencapai angka US$1 Triliun pada tahun 2020 (Kemendag, 2016).

Pada tahun 2019, Direktur Eksekutif Asosiasi Kemasan Indonesia, Ariana Susanti, dalam wawancara terhadap *Investor Daily* mengatakan industri kemasan menargetkan penjualan sebesar US$7,3 miliar dimana target tersebut naik 6-8% dari tahun 2018 yaitu US$6,76 miliar. Adapun peningkatan penjualan tersebut diiringi dengan rincian permintaan kemasan berupa *Flexible Packaging* mencapai 42%, *Paperboard Packaging* 28%, *Rigid Plastic Packaging* 14%, *Woven Polyolefin Sack* 6%, *Metal Can Packaging* 5%, *Glass Container Packaging* 3%, dan lainnya 2% dari total penjualan (Kemenperin, 2019). Pernyataan serupa kembali dikemukakan pada wawancara Bisnis oleh Direktur Eksekutif Federasi Kemasan Indonesia, Henky Wibawa bahwa kinerja industri kemasan diproyeksikan akan tumbuh pada kisaran 6% pada 2020 dari tahun lalu meskipun adanya ancaman minimnya pasokan bahan baku akibat pandemi yang sedang terjadi. Federasi Kemasan Indonesia mencatat bahwa kemasan berbahan plastik menopang lebih dari 50% dari jenis kemasan yang ada. Kemasan plastik fleksibel (*Flexible Packaging*) berkontribusi sebesar 45% dan kemasan plastik kaku (*Rigid Plastic Packaging*) sekitar 16% (Arief, 2020).

Definisi dari plastik merupakan material yang sering digunakan dalam implementasi pembuatan *packaging* karena harga yang murah, proses yang mudah dan ketersediaan sumber daya produksi. Produksi plastik di seluruh dunia terus meningkat setiap tahunnya dan melebihi 300 juta ton pada tahun 2015 (Chen & Patel, 2012). Plastik digunakan di seluruh segmen industri seperti *packaging*, konstruksi bangunan, otomotif, elektronika, *aerospace*, dan kendali pencegahan korosi. Pada sektor industri *packaging*, kegunaan plastik mendominasi sekitar 40% dari seluruh industri di dunia (Silvestre, Duraccio, & Cimmino, 2011).

Plastik digunakan sebagai bahan baku pada proses pembuatan *packaging*. *Packaging* memiliki manfaat dalam melindungi produk dari cuaca, guncangan, dan benturan terhadap benda lain. Selain itu juga *packaging* berfungsi sebagai identitas produk, memudahkan pengiriman dan penyimpanan, meningkatkan efisiensi, serta menjaga kualitas dari isi produk yang ada didalamnya. Kualitas merupakan tingkat kesesuaian penggunaan (Juran, 2010). Kualitas menjadi faktor penting yang menjadi pertimbangan konsumen dalam memilih produk. Untuk itu banyak perusahaan yang berlomba-lomba menghasilkan produk *packaging* yang berkualitas sesuai dengan tingkat keamanan dan spesifikasi yang diinginkan *customer*. Kesesuaian spesifikasi akan berimbas pada tingkat kepuasan *customer*. Sering dijumpai bahwa tingkat kepuasan *customer* menurun akibat produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi. Faktor ketidaksesuaian produk dengan spesifikasi tersebut dikarenakan pengendalian kualitas yang kurang baik. Pengendalian kualitas adalah serangkaian aktivitas atau teknik yang dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh persyaratan kualitas terpenuhi (Buckenhueskes, 2007). Pengendalian kualitas menjadi salah satu kegiatan yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk memastikan bahwa setiap produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi dari standar yang telah ditetapkan dan menjaga tingkat kepuasan *customer*.

PT. Jerigen merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri manufaktur *packaging* dari plastik dengan menggunakan *injection* dan *blow Molding*. PT. Jerigen telah menjalankan bisnisnya sejak tahun 1980-an dan selalu berupaya untuk terus memenuhi kebutuhan konsumen terhadap produknya yang didukung dengan peralatan, mesin, material dan sumber daya yang berkualitas

sesuai standar nasional. Beberapa produk yang diproduksi oleh PT. Jerigen diantaranya yaitu *bottle, floats & pearl basket, jerry can, pail & gallon, pallet & basket* dan *pet.* PT. Jerigen juga memberikan layanan lebih dalam hal melakukan produksi produk khusus sesuai dengan permintaan *customer*.

Dalam memenuhi permintaan pasar baik nasional dan internasional, PT. Jerigen melakukan proses produksi dalam menghasilkan berbagai jenis produk *packaging*. Proses produksi *packaging* dimulai dari proses persiapan produksi, proses pelaksanaan produksi, sampai proses pengendalian produk yang tidak sesuai. Adapun proses pelaksanaan produksi dengan mesin *blow molding* dimulai dengan memasukkan bahan baku berupa avalan, resin, dan bahan baku plastik lainnya ke mesin *mixer* (*mixing*). Mesin *mixer* akan mencampurkan bahan secara merata. Hasil dari *mixing* akan dimasukkan ke mesin *blow molding* melalui corong ke dalam *autoloader*. Di dalam *autoloader* bahan baku akan diatur suhu dan waktu untuk diteruskan ke bagian *screw*. Di dalam *screw*, bahan baku akan dilelehkan. Lelehan bahan baku akan mengalir melalui *head* menuju matras atau *mould* untuk dilakukan pencetakan bentuk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Bentuk yang sudah jadi akan dikeluarkan dari matras seiring dengan pendinginan yang dilakukan dari mesin. Produk kemudian dilakukan pengecekan dan pembersihan *scrap* jika ada. Kemudian produk dikemas dan disimpan di *warehouse* sebelum didistribusikan ke *customer*.

Mesin *blow molding* yang dimiliki PT. Jerigen menghasilkan 30 jenis produk utama dengan 19 mesin *blow molding*. Beberapa jenis produk utama dari mesin *blow molding* sebagai berikut: Jerigen 5 Liter 180 gram, Jerigen 16.5 Kg, Botol 1 Liter, Jerigen 22 Liter dan sebagainya. Contoh produk-produk tersebut termasuk dalam beberapa kategori produk yang dimiliki oleh PT. Jerigen. Kategori produk yang dimiliki PT. Jerigen yaitu *superior, large, medium* dan *low*. Kategori produk tersebut dibuat berdasarkan banyaknya pendapatan yang diberikan oleh *customer* terhadap produk yang di*order*. Pada produk kategori *superior* memiliki tingkat produksi yang tinggi dimana jumlah produksi yang dilakukan terhadap produk kategori tersebut berjumlah banyak dan kontinu dan memiliki harga jual yang tinggi. Sedangkan untuk produk kategori *low* memiliki tingkat produksi yang rendah dimana jumlah produksi yang dilakukan terhadap

produk kategori tersebut berjumlah sedikit atau permintaan klien-klien kecil dalam jumlah minor dan memiliki harga jual yang relatif tidak stabil karena harga jual dari PT. Jerigen bisa berubah-ubah sesuai dengan jumlah produk yang di*order*, tingkat kesulitan desain, warna, dan kompleksitas lain sesuai dengan kebutuhan klien. Produk yang termasuk dalam kategori *superior* yaitu Jerigen 5 Liter atau *Jerrycans 5 Litres* yang diproduksi untuk permintaan yang sangat banyak dari industri *food and beverages*. Berikut merupakan perbandingan antara Jerigen 5 Liter 180 gram dengan produk lain yang menjadi prioritas produksi yang dilakukan oleh PT. Jerigen.

Tabel 1. 1 Perbandingan Produk Jerigen 5 Liter 180 gram dengan Produk Prioritas Lainnya

No	**Nama Produk**	**Jumlah Total Produksi**	**Jumlah Total *Defect***	***Defect Rate***
1	Jerigen 16,5 Kg	1595792	33864	2.20
2	Jerigen 20 Liter	196884	5824	2.79
3	Jerigen 5 Liter 180 gram	8922616	250018	3.02
4	Jerigen 1 Liter	1156970	36148	2.98
5	Botol 1 Liter	479610	14577	2.78

Tabel 1.1 menunjukkan bahwa Jerigen 5 Liter 180 gram memiliki jumlah produksi tertinggi dengan jumlah *defect* paling tinggi dibandingkan produk lainnya. Sehingga Jerigen 5 Liter 180 gram digunakan sebagai objek penelitian ini. Setiap proses produksi yang dilakukan tidak terlepas dari adanya produk cacat (*defect*). PT. Jerigen memiliki sasaran mutu salah satunya dalam poin mengenai presentase *defect* yang terjadi. PT. Jerigen menetapkan sasaran mutu sebesar 3% maksimal batas produk *defect* dari total produksi yang terjadi pada produk yang dihasilkan oleh mesin *blow molding* dan *injection*. Penentuan nilai *defect* maksimal 3% dari total produksi ditetapkan perusahaan berdasarkan analisis data historis dari data-data produksi dan banyaknya *defect* pada tahun-tahun awal berdirinya perusahaan hingga 2 dekade terakhir. Pihak manajemen PT. Jerigen memutuskan angka 3% tersebut berdasarkan perbandingan hasil output produksi dengan banyaknya *defect* yang terjadi dan dianalisis untuk beberapa dekade

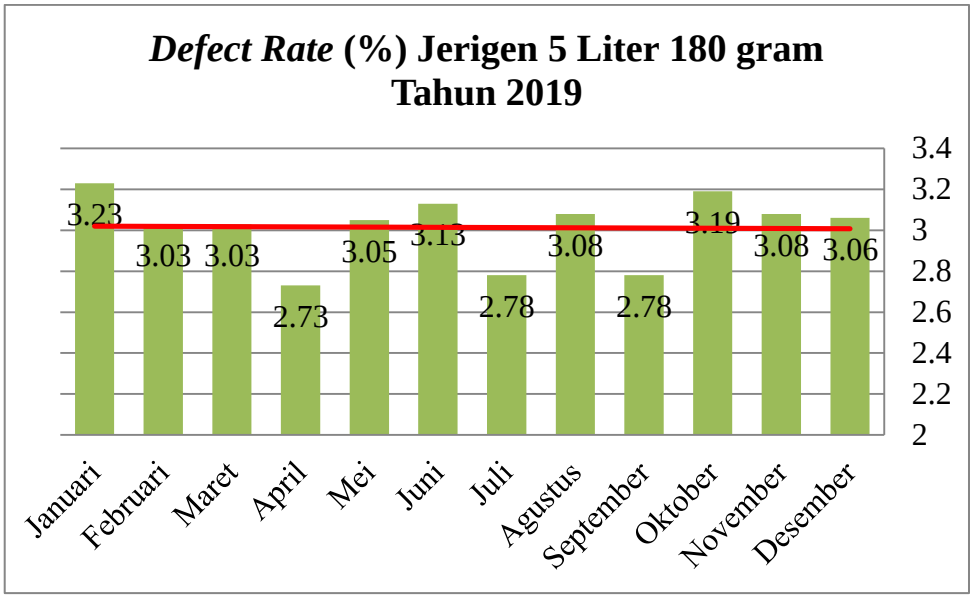
kedepan. Namun pada kenyataan di lapangan, presentase *defect* yang terjadi melebihi batas sasaran mutu tersebut. Berikut ini merupakan data produksi Jerigen 5 Liter 180 gram beserta presentase *defect* yang dihasilkan oleh mesin *blow molding* PT. Jerigen pada bulan Januari 2019 hingga Desember 2019.

Tabel 1. 2 Jumlah Produksi dan *Defect Rate* Produk Jerigen 5 Liter Januari–Desember 2019

Bulan	**Jumlah Produksi Jerigen 5 Liter 180 gram**	**Jumlah Produk *Defect***	**Defect Rate (%)**
Januari	828.858	26.890	3,23
Februari	1.060.818	32.010	3,03
Maret	1.094.758	33.249	3,03
April	811.308	21.654	2,73
Mei	1.073.396	31.920	3,05
Juni	595.673	18.493	3,13
Juli	402.823	12.353	2,78
Agustus	539.491	16.113	3,08
September	830.960	24.370	2,78
Oktober	591.696	19.209	3,19
November	439.415	13.319	3,08
Desember	653.420	20.312	3,06

Sumber : Data Perusahaan

Tabel 1.1 diatas menunjukkan rekapitulasi data hasil produksi yang berasal dari perusahaan. Tabel yang memperlihatkan jumlah produksi, jumlah produk *defect* dan *defect* rate yang terjadi pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram di PT. Jerigen di sepanjang tahun 2019.



Gambar 1. 1 *Defect Rate* Jerigen 5 Liter 180 gram Tahun 2019

Sumber : Data Perusahaan

Dari Gambar 1.1 terlihat bahwa di sepanjang tahun 2019 sasaran mutu banyaknya produk *defect* lebih dari 3% terjadi di setiap bulannya kecuali pada bulan April, Juli dan September 2019. Sedangkan banyaknya produk *defect* tertinggi terjadi pada bulan Januari 2019 sebesar 3,23%. Berdasarkan data dan informasi dari bagian *Quality Assurance* jenis *defect* yang terjadi pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram antara lain bintik hitam, gumpal, berat tidak standar, tes drop pecah, pipih, bocor dan transparan.

PT. Jerigen dalam melakukan pengendalian kualitas terhadap hasil produksi yang *defect* yaitu dengan menerapkan proses pengerjaan ulang pada produk *defect* dengan cara memisahkan produk *defect* kemudian mengolahnya di mesin penggilingan menjadi bahan campuran untuk produksi selanjutnya. PT. Jerigen dalam melakukan pengendalian kualitas menyerahkan tanggung jawab tersebut kepada Departemen *Quality Assurance*, dimana para staf *Quality Assurance* yang disebut dengan *Quality Control* akan melakukan inspeksi hasil produksi setiap 2 jam sekali.

Banyaknya produk *defect* pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram menimbulkan kerugian bagi perusahaan seperti biaya energi yang dihabiskan apabila banyak produk *defect* untuk diproses kembali atau pada saat penggilingan,

pendapatan perusahaan berkurang karena produk Jerigen 5 Liter 180 gram termasuk kategori *superior* yang menyebabkan tingkat kepercayaan klien berkurang, kerugian dalam material atau bahan-bahan yang digunakan serta kualitas yang menjadi turun atau berbeda apabila memproduksi Jerigen 5 Liter 180 gram dengan bahan campuran dari hasil penggilingan. Sehingga permasalahan ini perlu dilakukan perbaikan dan pengendalian kualitas yang dapat membantu mengurangi jumlah produk *defect* yang terjadi. Selain itu juga PT. Jerigen hanya melakukan *setting* mesin untuk mengatasi adanya *defect* produk.

Selain permasalahan *defect* yang terjadi pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram, PT. Jerigen juga mendapatkan beberapa komplain dan retur (pengembalian) dari *client* atau perusahaan lain akibat produk yang diterima oleh *client* tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Komplain dan retur yang terjadi menjadi kerugian tersendiri bagi PT. Jerigen. Adapun rekapitulasi jumlah komplain dan retur mengenai produk Jerigen 5 Liter 180 gram pada tahun 2019 yang dimiliki oleh PT. Jerigen sebagai berikut.

Tabel 1. 3 Rincian dan Jumlah Komplain dan Retur Jerigen 5 Liter

Bulan	**Jumlah Retur**	**Keterangan Retur**	**Jumlah Komplain**	**Keterangan Komplain**
Januari	0	-	0	-
Februari	0	-	0	-
Maret	2	*seal cup* tidak putus, produk tidak standar di bagian lebar	1	Bocor
April	2	*hishet* lepas, bintik hitam	1	Bocor
Mei	0	-	1	Gumpal
Juni	0	-	1	Bocor
Juli	0	-	2	kotor, gumpal
Agustus	1	*hishet* lepas	2	transparan, gumpal
September	0	-	1	Bocor
Oktober	0	-	0	
November	3	tes drop pecah, pipih, bocor	1	Bocor
Desember	1	pipih	2	*hishet* lepas, gumpal
Total	9		12	

Sumber : Data Perusahaan

Tabel 1.2 diatas menunjukkan rekapitulasi data rincian komplain dan retur produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang terjadi pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang berasal dari data perusahaan. Pada tabel 1.2 tersebut menjelaskan bahwa adanya retur dan komplain tidak saling berhubungan, karena retur dan komplain yang terjadi berasal dari klien yang berbeda-beda. Misalnya pada bulan Maret 2019 terdapat retur dari beberapa perusahaan terhadap produk Jerigen 5 Liter 180 gram disebabkan adanya 2 jenis *defect* berupa *seal cup* tidak putus dan produk tidak standar pada bagian leher Jerigen. Retur tersebut menyebabkan PT. Jerigen harus mengganti sejumlah produk yang *defect*. Selanjutnya, pada komplain bulan Maret 2019 terjadi disebabkan adanya produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang *defect* berupa kebocoran pada Jerigen. Komplain dapat diselesaikan PT. Jerigen dengan negosiasi dari pihak PT. Jerigen dengan klien. Sehingga PT. Jerigen dapat memenuhi tindakan selanjutnya terhadap komplain tersebut sesuai dengan kesepakatan antara PT. Jerigen dengan klien.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan upaya perbaikan kualitas dengan menekankan pada *defect* yang terjadi pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram dari mesin *blow molding* untuk mengantisipasi terjadinya *defect* pada proses produksi selanjutnya.

Dalam membantu menyusun solusi dari permasalahan *defect* yang terjadi pada PT. Jerigen, penelitian ini menggunakan penerapan *six sigma* untuk mengurangi variasi pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Penerapan *six sigma* bertujuan agar perusahaan mampu mengurangi variasi produksi dengan meminimalisir cacat yang terjadi pada produk untuk mencapai nilai *sigma* level yang menunjukkan perusahaan memiliki kualitas yang baik. Untuk melakukan analisa dan mengidentifikasi kegagalan atau cacat akan digunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA merupakan suatu teknik yang digunakan dalam menetapkan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, *error* dari suatu sistem, proses dan sebagainya sebelum diterima konsumen (Stamatis, 1995). FMEA pada penelitian ini digunakan untuk melakukan identifikasi penyebab cacat yang terjadi di perusahaan serta mencari jenis cacat mana yang paling kritis untuk menentukan tindakan eliminasi

kegagalan. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini yaitu peningkatan performansi dari rekomendasi perbaikan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di PT. Jerigen.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan pada sub bab 1.1, permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian Tugas Akhir ini yaitu bagaimana meminimalisir jumlah produk *defect* pada proses produksi Jerigen 5 Liter pada PT. Jerigen dengan menerapkan *Six Sigma*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi *defect* yang sering terjadi dan memiliki dampak terbesar pada produk Jerigen 5 Liter berdasarkan CTQ (*critical to quality*).
2. Menghitung nilai *sigma* level dari proses produksi Jerigen 5 Liter.
3. Mengidentifikasi akar penyebab permasalahan terjadinya *defect* pada proses produksi Jerigen 5 Liter.
4. Memberikan rekomendasi untuk menurunkan tingkat *defect* pada produk Jerigen 5 Liter.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan performansi produksi dengan mengurangi *defect* yang ditimbulkan pada proses produksi Jerigen 5 Liter.
2. Memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas perusahan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pelaksanaan penelitian ini terdiri atas batasan dan asumsi. Berikut merupakan batasan dan asumsi yang digunakan untuk penelitian ini.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dengan data sekunder pada bulan Januari 2019-Desember 2019.
2. Penelitian berfokus pada rancangan alternatif tindakan berupa usulan rekomendasi perbaikan pada perusahaan.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tidak terjadi perubahan kebijakan atau peraturan pada aktivitas produksi PT. Jerigen.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan menjelaskan gambaran umum penyusunan laporan Tugas Akhir. Sistematika penulisan Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan menjelaskan hal-hal terkait alasan dilakukannya penelitian yang terdiri dari latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat pelaksanaan penelitian, batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian serta uraian sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka menjelaskan mengenai teori-teori dan metode yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian Tugas Akhir. Teori dan metode yang dijelaskan memiliki tujuan untuk mempermudah pemahaman konsep kepada pembaca mengenai penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metodologi Penelitian menjelaskan mengenai alur pelaksanaan penelitian dan kerangka berpikir dalam bentuk *flowchart* yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir. Metodologi Penelitian menjelaskan mengenai urutan pengerjaan penelitian yang terdiri dari lima tahap yaitu tahap identifikasi awal,

tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, serta tahap kesimpulan dan saran.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab Pengumpulan dan Pengolahan Data menjelaskan mengenai metode pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir yang disesuaikan dengan tujuan yang telah dibuat.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab Analisis dan Interpretasi Data menjelaskan mengenai analisis dan interpretasi yang dilakukan setelah pengolahan data. Analisis dan interpretasi data dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian Tugas Akhir. Hasil dari analisis dan interpretasi data menjadi dasar atas usulan perbaikan dalam menyelesaikan masalah yang terjadi di perusahaan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab Kesimpulan dan Saran menjelaskan mengenai kesimpulan dan hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian serta saran yang diberikan terhadap penelitian selanjutnya.

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab 2 ini akan menjelaskan mengenai studi literatur yang digunakan sebagai dasar penelitian tugas akhir. Dalam tinjauan pustaka ini akan dijelaskan mengenai kualitas, pengendalian kualitas, *six sigma*, *root cause analysis*, *failure mode and effect analysis*, plastik, dan *blow Molding*.

2.1 Kualitas

Kualitas memiliki arti baik secara tradisional maupun *modern*. Secara tradisional, kualitas didefinisikan sebagai kesesuaian dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Dan secara *modern*, kualitas didefinisikan sebagai sesuatu yang berbanding terbaik dengan variabilitas. Suatu produk atau proses dengan variabilitas yang semakin kecil maka kualitas yang dimiliki produk atau proses tersebut semakin baik (Montgomery, 2009).

Garvin (1987) mengungkapkan dalam suatu diskusi bahwa terdapat 8 jenis dimensi kualitas sebagai berikut:

1. *Performance*, merupakan potensi kesesuaian produk dengan fungsi maupun karakteristik utama produk dan bagaimana performansi produk tersebut.
2. *Reliability*, menyatakan seberapa sering suatu produk gagal menjalankan fungsi atau kemungkinan suatu produk dapat berfungsi dengan baik dalam suatu periode waktu tertentu. Untuk produk tertentu diperlukan perawatan maupun perbaikan selama umur produk.
3. *Durability*, menunjukkan tingkat ketahanan produk dalam waktu yang lama.
4. *Servicability*, menunjukkan kemudahan suatu produk dapat diperbaiki ketika mengalami kerusakan.
5. *Aesthethics*, merupakan tampilan visual suatu produk.
6. *Features*, merupakan karakteristik pelengkap maupun item tambahan pada fungsi utama suatu produk yang membedakan dengan produk lain.

7. *Perceived Quality*, merupakan penilaian konsumen terhadap kualitas produk yang dihasilkan.
8. *Conformance to Standard*, merupakan kesesuaian produk dengan persyaratan, ukuran, spesifikasi, atau tingkatan karakteristik produk sesuai dengan standard yang ditetapkan.

2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan proses yang digunakan dalam menjamin tingkat kualitas pada produk atau jasa (Irwan, Haryono, & Didi, 2015). Pengendalian kualitas didefinisikan sebagai pengendalian kualitas dalam aktivitas dan manajemen dengan mengukur kualitas produk dan membandingkannya dengan spesifikasi dan persyaratan serta mengambil tindakan terhadap perbedaan yang sebenarnya dan standar.

Perbaikan kualitas merupakan pengurangan variabilitas pada proses dan produk (Montgomery, 2009). Banyaknya variabilitas dalam proses menyebabkan terjadinya *waste*. Pengendalian kualitas dilakukan melalui penurunan variasi karakteristik kualitas dari produk barang atau jasa yang dihasilkan agar memenuhi kebutuhan yang dispesifikasikan dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Mengendalikan proses dapat dilakukan lebih cepat apabila terindikasi gangguan proses sebelum banyak unit yang tidak sesuai dengan spesifikasi.

Untuk membantu meningkatkan kualitas sistem dapat menggunakan *Statistical Quality Control* (SQC) (Allen, 2006). SQC mengimplementasikan metode statistik dalam mengevaluasi dan menentukan terjadinya penyimpangan pada sistem. SQC berkaitan dengan *statistical process control* (SPC). SPC dapat digunakan dalam menganalisa suatu proses, menentukan kualitas hasil dalam suatu sistem sehingga dapat dilakukan evaluasi untuk melakukan perbaikan, salah satunya dengan mengurangi variasi dalam produk atau proses.

Terdapat tujuh alat bantu *Statistical Process Control* (SPC) yang digunakan dalam memonitor proses sebagai berikut (Montgomery, 2009):

1. *Histogram*

   Diagram balok yang menunjukkan nilai dan frekuensi setiap nilai. Dan juga menunjukkan distribusi data, rata-rata, dan variabilitas. *Histogram*

dapat digunakan dalam melakukan estimasi kapabilitas proses. Manfaat menggunakan *histogram* yaitu memberikan tampilan yang mudah mengenai suatu performansi proses, sehingga dapat diketahui bagaimana performansi proses dari pola yang ditunjukkan oleh *histogram*.

2. *Pareto Chart*

   Pareto chart merupakan bentuk diagram distribusi frekuensi secara sederhana berdasarkan kategori tertentu. *Pareto chart* menunjukkan kelola masalah atau cacat yang membantu menentukan penyelesaian masalah. Serta membantu mengidentifikasi permasalahan yang paling signifikan dan bisa diselesaikan terlebih dahulu. *Pareto chart* banyak digunakan pada aplikasi industri manufaktur yang berkaitan dengan metode peningkatan kualitas.

3. *Check Sheet*

   Berupa formulir yang mempermudah pengumpulan dan analisis data dan membantu mengidentifikasi masalah berdasarkan frekuensi, jenis dan penyebab. Dalam menyusun *check sheet* penting untuk diperhatikan dengan jelas mengenai jenis data yang akan dikumpulkan, nomor operasi atau proses, waktu, dan informasi lain yang digunakan untuk menganalisis secara keseluruhan terhadap hal yang menjadi penyebab suatu kegagalan.

4. *Cause and Effect Diagram*

   Cause and Effect Diagram menunjukkan faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan tertentu dan mengidentifikasi masalah dimana data dapat dikumpulkan dan dianalisis. Dalam analisis menggunakan *Cause and Effect Diagram* perlu dilakukan identifikasi penyebab masalah melalui enam kategori, yaitu: mesin, material, metode, manusia, pengukuran, dan lingkungan. Sering kali untuk menemukan penyebab masalah berdasarkan lima kategori tersebut dilakukan dengan *brainstorming* dan diskusi dengan para ahli di bidangnya

5. *Defect Concentration Diagram*

   Defect Concentration Diagram merupakan gambar yang menunjukkan jenis-jenis *defect* serta menunjukkan apakah lokasi cacat memiliki arti

yang penting dalam mencari kemungkinan penyebab cacat. Apabila pada *Defect Concentration Diagram* menggambarkan data cacat yang cukup banyak dan sering muncul, sehingga perlu dilakukan analisis penyebab cacat tersebut. *Defect Concentration Diagram* biasanya digunakan menjadi *tools* untuk analisis pemecahan masalah pada industri pelapisan, pengecatan, pengecoran, permesinan dan perakitan elektronik.

6. *Control Chart*

   Grafik yang menunjukkan kontrol kinerja pada proses sehingga memungkinkan proses untuk diperbaiki dalam mengurangi produk yang diluar spesifikasi. *Control chart* menunjukkan karakteristik kualitas yang diukur atau dihitung dari setiap sampel. *Control chart* memiliki tiga jenis garis yaitu *center line* yang menunjukkan rata-rata nilai karakteristik kualitas, *upper control limit* (UCL) menunjukkan batas atas nilai karakteristik kualitas, dan *lower control limit* (LCL) menunjukkan batas bawah nilai karakteristik kualitas. Apabila data berada pada area UCL dan LCL maka data tersebut masih dapat dikontrol sehingga tidak perlu dilakukan tindakan. Sebaliknya, apabila data diluar UCL dan LCL maka menunjukkan data diluar batas sehingga perlu dilakukan identifikasi masalah dan tindakan untuk menghilangkan masalah tersebut.

7. *Scatter Diagram*

   Scatter Diagram menunjukkan grafik hubungan antara dua variabel. *Scatter Diagram* dapat mengindikasikan hubungan positif yang kuat antara dua variabel yang ditunjukkan dengan keberadaan titik-titik pada diagram yang saling berdekatan atau membentuk pola teratur yang naik. Dan terdapat indikasi jenis lain melalui *Scatter Diagram* ini. *Scatter Diagram* digunakan dalam analisis tindak lanjut terhadap karakteristik kualitas.

2.3 *Six Sigma*

Six sigma merupakan suatu strategi dalam meningkatkan performansi bisnis atau usaha yang memiliki tujuan dalam mengurangi jumlah kesalahan/cacat hingga 3,4 cacat per juta kesempatan (Desai & Shrivastava, 2008). *Six sigma* merupakan suatu bentuk pengukuran variasi rata-rata pada proses dalam industri

manufaktur maupun industri jasa. *Six sigma* merupakan strategi dalam bisnis untuk meningkatkan profitabilitas, mengurangi *waste*, mengurangi biaya kualitas dan meningkatkan efektivitas dan efisiensi semua proses operasional yang dapat memenuhi kebutuhan *customer* (Antony & Banuelas, 2001).

Banyak definisi dan persepsi yang berkaitan dengan *six sigma* yaitu:

1. filosofi manajemen
2. *marketing hype*
3. cara untuk mengubah perusahaan
4. cara untuk menciptakan proses dengan tidak lebih dari 3,4 cacat per jutaan kesempatan
5. menyelesaikan masalah dengan data
6. sesuatu yang harus dilakukan perusahaan sebelum *lean*
7. membuat perbaikan dengan data

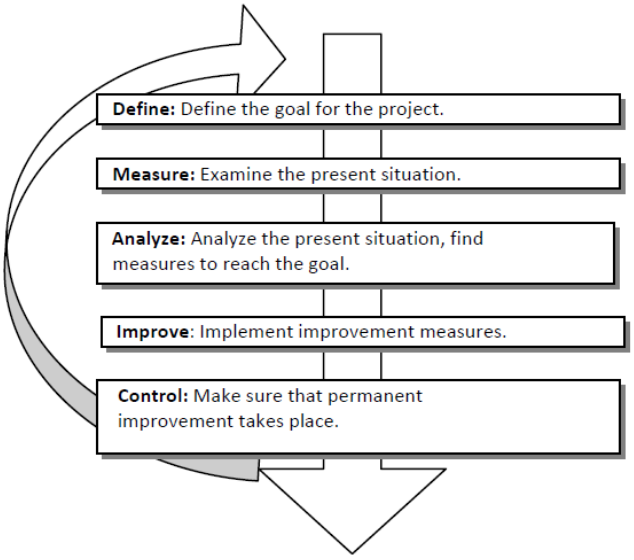
Implementasi *six sigma* memiliki manfaat dalam pengurangan biaya, peningkatan produktivitas, mengurangi waktu siklus dan *defect*, peningkatan pendapatan perusahaan, keunggulan bersaing, kepuasan pelanggan serta meningkatkan semangat kerja karyawan (Brue, 2002). *Six sigma* mendorong pengurangan jumlah cacat dan *waste* untuk mencapai profit perusahaan dan kepuasan pelanggan hingga mampu meningkatkan kinerja perusahaan. Penggunaan *six sigma* dapat diterapkan di berbagai bidang dari strategis hingga operasional baik produk maupun jasa.

Namun, penerapan *six sigma* memiliki beberapa kekurangan diantaranya yaitu membutuhkan biaya tinggi untuk melakukan pelatihan *six sigma*, perencanaan dan implementasinya membutuhkan waktu yang cukup lama, membutuhkan ketekunan dan keterampilan dalam menerapkan *six sigma* untuk mendapatkan perubahan yang signifikan apabila dilakukan secara berkala, serta membutuhkan orang-orang yang terampil dan terlatih. Selain itu juga apabila fokus pada pelanggan dilakukan berlebihan dapat menjadikan langkah-langkah pengendalian kualitas internal tidak dilakukan. Contohnya, tindakan murah yang memiliki risiko tingkat kerusakan yang sedikit lebih tinggi dapat ditolak demi tindakan yang lebih mahal yang membantu mencapai *Six Sigma*, tetapi berdampak

negatif terhadap profitabilitas. *Six Sigma* menjadi mahal untuk diterapkan pada perusahaan kecil karena membutuhkan karyawan yang terampil dalam menerapkan *six sigma* dari lembaga yang bersetifikasi agar perusahaan juga dapat menerima sertifikasi *Six Sigma*. Apabila perusahaan ingin menerapkan *Six Sigma* tanpa sertifikasi formal, banyak pelatihan yang diperlukan untuk memahami sistem dan bagaimana menerapkannya pada proses bisnis tertentu.

2.3.1 Fase *Six Sigma*

Six sigma memiliki lima tahapan metodologi yang disebut dengan metode DMAIC (*define*, *measure*, *analyze*, *improve* dan *control*). DMAIC digunakan pada produk atau proses eksisting yang akan diperbaiki.



Gambar 2. 1 Siklus DMAIC dalam *Six Sigma*

Sumber: (Pyzdek, 2003)

Gambar 2.1 diatas menjelaskan mengenai tahapan dalam *six* sigma yang disebut dengan DMAIC (*Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve* dan *Control*). Tahapan dalam DMAIC dilakukan secara berurutan yang membentuk siklus dalam peningkatan kualitas (Pyzdek, 2010). Tahapan-tahapan dalam DMAIC sebagai berikut:

1. *Define*

   Define berarti mendefinisikan permasalahan dan tujuan dari kegiatan perbaikan. Kegiatan yang dilakukan meliputi validasi bisnis, dokumentasi dan analisis terhadap proyek, menentukan kebutuhan pelanggan, penilaian keuntungan dan pemilihan proyek. Tools yang digunakan dalam tahap ini yaitu SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*). Tujuan SIPOC yaitu untuk mengidentifikasi kebutuhan *stakeholder*, seperti *stakeholder* dan sumber daya dalam proses, *top level process*, *process deliverable*, serta *input* dan *output requirement*.

2. *Measure*

   Measure berarti mengukur kondisi eksisting dari suatu proses atau sistem. *Measure* dibuat menjadi indikator yang valid dan *reliable* dalam mengawasi pencapaian dari tujuan yang telah ditetapkan.

   Kegiatan yang dilakukan meliputi pengumpulan data, analisis variasi dan menghitung level sigma untuk mengetahui bagian kritis dari proses yang akan diperbaiki.

3. *Analyze*

   Analisis dilakukan untuk menentukan faktor penyebab terjadinya masalah dan pengaruh dari faktor tersebut. Analisis dalam memilih alternatif terbaik dilakukan berdasarkan pengolahan data sebelumnya. Kegitan yang dilakukan meliputi analisis *input-process-output*, analisis aktivitas, dan analisis penyebab masalah. Analisis biasanya menggunakan *statistical tools*.

4. *Improve*

   Improvement merupakan pemikiran untuk menemukan metode yang lebih baik atau memperbaiki sistem. *Improvement* memiliki dampak pada proses dan belum tentu berdampak baik, sehingga perlu dilakukan simulasi untuk mendapatkan gambaran hasil dari implementasi.

   Kegiatan yang dilakukan meliputi pengumpulan ide perbaikan, pengukuran dan pemilihan perbaikan dan implementasi perbaikan.

5. *Control*

Kegiatan *control* bertujuan untuk mencegah terjadinya *error* pada proses. Kegiatan yang dilakukan meliputi mengawasi implementasi perbaikan, melakukan evaluasi terhadap implementasi perbaikan dan menetapkan *standard operating procedure* (SOP). *Tools* yang digunakan seperti poka yoke, kanban, *statistical proces control*, dan sebagainya.

2.3.2 *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

Defect merupakan ketidaksesuaian dengan spesifikasi yang diinginkan *customer* (Montgomery, 2009). Berikut merupakan formula untuk menghitung *Defect per Unit* (DPU) sebagai berikut:

$$Defect\ per\ Unit\ (\mathrm{DPU}) = \frac{\text{jumlah produk } defect}{\text{total unit produk}} \qquad (2.1)$$

DPU diaplikasikan pada pengukuran data sampel untuk *defect* yang terjadi. Sedangkan DPMO dapat digunakan untuk mengetahui *defect* dalam skala yang lebih besar. DPMO memiliki arti bahwa banyaknya *defect* yang terjadi dalam satu juta produk yang diinspeksi. Formula perhitungan DPMO sebagai berikut.

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{\text{jumlah } defect \times 1.000.000}{\text{jumlah unit} \times \text{CTQ}} \qquad (2.2)$$

Tabel 2. 1 Tingkatan Nilai *Sigma*

Nilai *Sigma*	DPMO	Prosentase yang Memenuhi Spesifikasi
6	3,4 *defect*	100 %
5	233 *defect*	99,98%
4	6.210 *defect*	99,38 %
3	66.807 *defect*	93,32 %
2	308.537 *defect*	69,20 %
1	691.462 *defect*	31 %

Sumber : (George, 2002)

Pada Tabel 2.1 diatas menjelaskan mengenai tingkatan nilai sigma dan hubungannya terhadap DPMO. Semakin tinggi level *sigma* maka level proses semakin baik, dan level *sigma* yang rendah menunjukkan bahwa proses tersebut tidak berjalan baik dan terjadi banyak *defect*.

2.3.3 *Critical To Quality* (CTQ)

Critical To Quality (CTQ) merupakan apa yang *customer* inginkan terhadap barang atau jasa. Dalam *six sigma*, CTQ merupakan indikator penting yang dapat diukur pada suatu barang atau jasa dimana spesifikasi harus memenuhi persyaratan dalam memuaskan *customer* (Kwak & Anbari, 2006). CTQ pada barang dan jasa memiliki perbedaan, namun tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Berikut merupakan beberapa hal penting mengenai CTQ (Omar & Mustafa, 2014):

1. *Time*

   Di dalam suatu pelayanan dimana *customer* terlibat langsung dalam proses tersebut, maka waktu merupakan pertimbangan yang penting. Berikut ini merupakan waktu yang digunakan dalam CTQ yaitu: 1) *service time*, merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melayani *customer*, 2) *waiting time*, merupakan waktu dimana *customer* menunggu dalam sistem hingga sistem selesai, dan 3) *cycle time*, merupakan total waktu termasuk dalam waktu layanan dan waktu tunggu.

2. *Cost*

   Biaya menjadi faktor penting dalam pandangan *customer*. Terkadang *customer* melakukan pembayaran yang lebih agar pelayanan yang dilakukan memerlukan waktu yang lebih cepat.

3. *Employee behaviour*

   Sikap karyawan terhadap pelayanan kepada *customer* menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan. Dari sikap karyawan menghadapi permasalahan yang dialami *customer*, akan menentukan apakah *customer* akan terus menggunakan jasanya atau tidak.

4. *Information*

Informasi menjadi kebutuhan yang penting sehingga dibangun *service center*. Informasi yang cepat didapat dalam waktu yang tepat menjadi faktor kepuasan tersendiri bagi *customer*.

2.4 *Root Cause Analysis*

Root Cause Analysis (RCA) adalah sebuah metode yang digunakan dalam mencari akar timbulnya suatu permasalahan atau ketidaksesuaian (Vorley, 2008). Tujuan adanya RCA yaitu menemukan akar penyebab permasalahan yang terjadi sehingga dapat dilakukan eliminasi atau memperbaiki penyebab tersebut dan mencegah terjadinya masalah tersebut muncul kembali. RCA merupakan teknik mencari permasalahan yang sistematis, identifikasi pendekatan pengukuran dan mudah dimengerti dalam mendalami masalah. Banyak *tools* yang dapat digunakan dalam RCA yaitu 5 *Whys's, Pareto Chart, Cause and Effect diagrams, brainstroming/interviewing, process analysis, mapping and flowcharts, fault tree, check sheets* dan sebagainya.

Beberapa *tools* dalam *Root Cause Analysis* (RCA) yaitu pertama *Pareto Chart*, merupakan diagram yang menunjukkan masalah berdasarkan distribusi frekuensi atau banyaknya kejadian (Montgomery, 2009). Tujuan lainnya yaitu untuk melakukan manajemen dengan tepat dalam mengidentifikasi masalah yang sering terjadi dan segera dilakukan perbaikan. Kedua dengan *Cause And Effect Diagram* atau *Fishbone Diagram* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensi suatu permasalahan serta menunjukkan hubungan antara faktor-faktor penyebab permasalahan tersebut. Faktor-faktor penyebab masalah diantaranya yaitu *man, method, material, machine,* dan *environment*.

Ketiga dengan menggunakan 5 *why's* atau disebut dengan *Gemba Gembutsu,* merupakan teknik dalam menanyakan "kenapa" hingga perulangan kelima untuk menanyakan mengapa kegagalan terjadi guna mencari akar penyebab permasalahan. 5 why's tidak membutuhkan teknik/*form* khusus sehingga seringkali 5 *why's* banyak digunakan sebagai *tools* mengerjakan RCA secara sederhana.

2.5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu teknik yang digunakan dalam menetapkan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, *error* dari suatu sistem, proses dan sebagainya sebelum diterima konsumen (Stamatis, 1995). FMEA mengacu pada kualitas dan merupakan metode yang digunakan dalam menganalisa dan mengidentifikasi kegagalan dan upaya menghindari kegagalan. FMEA merupakan teknik yang mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Penyebab kegagalan potensial dalam sistem dan siklus hidupnya.
2. Efek kegagalan tersebut.
3. Tingkat kritis dari efek kegagalan terhadap fungsi sistem.

Tujuan dari FMEA yaitu mencegah masalah pada produk atau proses sebelum masalah itu terjadi. FMEA biasanya didokumentasikan ke dalam bentuk FMEA *worksheet* yang bertujuan untuk mengidentifikasi informasi-informasi penting. Pengisian FMEA *worksheet* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: (McDermott, Mikulak, & Beauregard, 2009)

1. Melakukan *review* proses atau produk, yaitu menentukan produk atau proses yang akan dianalisis, menyiapkan alur operasi secara rinci.
2. *Brainstorming* mengenai potensi mode kegagalan, yang dilakukan kepada pihak *expert* dalam proses atau produk suatu sistem.
3. Membuat daftar potensial efek untuk setiap mode kegagalan.
4. Menetapkan tingkat *severity*, *occurrence* dan *detection*.

   Penetapan tingkat *severity*, *occurrence* dan *detection* dilakukan dengan proses *brainstroming* kepada pihak *expert* untuk menentukan mana yang harus diprioritaskan.

   a. *Severity* (S)

      Severity menunjukkan seberapa parah akibat kegagalan yang terjadi.

   b. *Occurrence* (O)

      Occurrence menunjukkan frekuensi terjadinya penyebab kegagalan yang akan terjadi.

c. *Detection* (D)

Detection menunjukkan penilaian kemampuan dalam mendeteksi kegagalan dalam sistem.

5. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap mode kegagalan. Formula menghitung RPN sebagai berikut:

$$\text{RPN} = Severity\ (\text{S}) \times Occurrence\ (\text{O}) \times Detection\ (\text{D}) \quad (2.3)$$

6. Memprioritaskan mode kegagalan mana yang harus ditindaklanjuti.
7. Melakukan atau menentukan tindakan untuk mengeliminasi atau mengurangi mode kegagalan yang paling berisiko tinggi.

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode *risk assessment* yang digunakan untuk berfokus pada kegagalan dan menggunakan skala-skala tertentu dalam melakukan penilaian risiko. FMEA merupakan metode yang populer dan banyak digunakan karena dapat memprioritaskan masalah dan memberikan solusi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya masalah. FMEA merupakan metode yang mudah serta *powerful* untuk mengindentifikasi dan menghitung lebih awal bagian-bagian yang lemah pada produk maupun proses (Plaza, et al, 2003). Adapun FMEA memiliki beberapa kekurangan apabila diterapkan untuk mengidentifikasi produk maupun proses. Adapun kekurangan FMEA antara lain yaitu frekuensi terjadinya *failure mode* yang tidak terdeteksi masih diperkirakan secara kualitatif, prioritas risiko cenderung lebih subjektif dalam penilaian risiko tersebut (Barends et al, 2012).

2.6 Plastik

Plastik merupakan material yang terdiri dari molekul-molekul organik yang dapat dibentuk menjadi berbagai variasi produk. Molekul yang menyusun plastik merupakan susunan dari rantai karbon panjang. Material yang terbuat dari molekul rantai karbon panjang tersebut dinamakan polimer. Plastik diambil dari kata *plasticus* (Bahasa Latin yang berarti kemampuan untuk membentuk) dan *plastikos* (Bahasa Yunani yang berarti membentuk atau ketepatan untuk membentuk). Plastik dapat diolah menjadi tekstur sekeras baru, sekuat baja, setransparan kaca, seringan kayu dan elastis seperti karet. Plastik memiliki

karakteristik ringan, tahan air, tahan bahan kimia, dan diproduksi dalam berbagai warna (Eltayef, 2003).

Struktur dasar dari plastik disebut dengan polimer yang terdiri dari rantai makromolekul panjang berupa unit monomer seperti belerang, klorin, florin, karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sebagainya yang berinteraksi secara kimiawi. Polimer berasal dari kata *poli* (banyak) dan *meros* (satuan atau bagian) yang merupakan bagian dari bahasa Yunani (Subramanian, 2013).

Polimer merupakan molekul raksasa/makromolekul yang terdiri dari molekul unit berulang yang bergabung membentuk ikatan (Carraher, 2003). Polimer merupakan molekul yang sangat besar. Ada dua jenis metode polimerisasi yang digunakan untuk mengubah molekul-molekul kecil (monomer) menjadi polimer. Metode-metode ini ditujukan sebagai reaksi adisi dan kondensasi polimerisasi (Harris, 1981).

Plastik merupakan senyawa polimer yang tersusun atas struktur kaku dari polimerisasi monomer hidrokarbon yang membentuk rantai panjang. Plastik memiliki titik didih dan titik leleh yang beragam (Rahmadani, 2019). Plastik yang diproduksi oleh industri memiliki sifat-sifat plastik yang mengikuti standar tertentu, seperti Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut ini merupakan sifat-sifat plastik sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 2. 2 Sifat Mekanik Plastik Menurut SNI

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat tarik (MPa)	24,7 – 302
2.	Elongasi (%)	21 – 220
3.	Hidrofobisitas (%)	99

Sumber : (Darni & Utami, 2010)

Tabel 2.2 menjelaskan mengenai sifat mekanik plastik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Sifat mekanik plastik dilihat dari karakteristik kuat tarik yang menunjukkan tegangan maksimum yang dapat ditahan saat plastik diregangkan atau ditarik dengan standar sebesar 24,7-302 MPa, elongasi dan hidrofobisitas. Elongasi pada plastik berarti perubahan panjang maksimul sebelum

plastik terputus yaitu sebesar 21-220%. Serta hidrofobisitas sebesar 99% yang menunjukkan sifat molekul plastik yang dapat ditolak dari massa air.

Plastik dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan sifat ketahanan terhadap panas yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* merupakan bahan plastik yang mudah dipanaskan, dilunakkan pada suhu tertentu serta dapat dibentuk kembali dengan daur ulang. *Thermoplastic* memiliki sifat yang *reversible* (mudah kembali ke bentuk aslinya). Sedangkan *thermosetting* memiliki sifat yang tidak dapat kembali ke bentuk aslinya (*irreversible*) setelah dipanaskan (Klein, 2011).

Plastik yang paling banyak digunakan dalam industri yaitu jenis *thermoplastic*. Adapun jenis plastik yang termasuk dalam *thermoplastic* sebagai berikut.

Tabel 2. 3 Jenis-Jenis *Thermoplastic*

No	Nomor Kode	Jenis Plastik	Keterangan
1.		PET, PETE (*polyethylene terephthalate)*	• Bersifat jernih dan transparan, kuat, tahan pelarut, kedap gas dan air, melunak pada suhu 80°C. • Digunakan untuk botol minuman, minyak goreng, kecap, sambal dan obat. • Untuk sekali pakai dan tidak digunakan untuk mewadahi pangan dengan suhu >60°C.
2.		HDPE (*high density polyethylene)*	• Bersifat keras hingga semifleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan kelembaban, dapat ditembus gas, permukaan berlilin, buram, mudah diwarnai, melunak pada suhu 75°C. • Untuk botol susu cair, jus, minuman, wadah es krim, kantong belanja, obat dan tutup plastik.

Tabel 2. 3 Jenis-Jenis Thermoplastic (Lanjutan)

No	Nomor Kode	Jenis Plastik	Keterangan
3.		PVC (*polyvinyl chloride*)	• Bersifat lebih tahan terhadap senyawa kimia, sulit didaur ulang. • Digunakan untuk botol kecap, botol sambal, baki, plastik pembungkus. • Tidak digunakan untuk mewadahi pangan yang mengandung lemak/minyak, alkohol dan dalam kondisi panas.
4.		LDPE (*low density polyethylene*)	• Bersifat kuat, fleksibel, kedap air, mudah diproses, tidak jernih tapi tembus cahaya, melunak pada suhu 70°C. • Digunakan untuk botol madu, yogurt, kantong kresek, plastik tipis.
5.		PP (*polypropylene*)	• Bersifat transparan tapi tidak jernih, keras tetapi fleksibel, kuat, permukaan berlilin, tahap terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140°C. • Bisa digunakan untuk kemasan pangan, tempat obat, botol susu dan sedotan.

Tabel 2. 3 Jenis-Jenis *Thermoplastic* (Lanjutan)

No	Nomor Kode	Jenis Plastik	Keterangan
6.		PS (*polystyrene*)	• PS memiliki dua jenis yaitu kaku dan lunak (*foam*). • PS yang kaku bersifat jernih seperti kaca, getas, dapat terpengaruh lemak dan pelarut, melunak pada suhu 95°C, contohnya wadah makanan plastik kotak bening. • PS yang lunak berupa foam, berwarna putih, getas, dapat terpengaruh lemak dan pelarut, contohnya *styrofoam*.
7.		Other	• Bersifat keras, jernih, dan secara termal sangat stabil. • Biasa digunakan untuk galon air, botol susu, dan peralatan makan bayi. • Untuk mensterilkan botol susu cukup dengan direndam dalam air yang sudah mendidih tanpa direbus. • Jika retak untuk tidak digunakan lagi.

Sumber : (POM, 2012)

Pada Tabel 2.3 diatas menunjukkan jenis-jenis termoplastik yang masing-masing memiliki kode tersendiri yang kegunaan pemakaiannya. Termoplastik dikelompokkan berdasarkan struktur molekulnya. Molekul yang berikatan erat akan membentuk plastik yang lebih kuat. Sebagai contoh yaitu molekul pada nilon yang memiliki ikatan antar molekul yang erat sehingga nilon lebih kuat dibandingkan jenis plastik lain. Pengelompokkan termoplastik ada dua yaitu *amorf* dan kristalin. Setiap jenis plastik akan memiliki transisi bentuk fisik saat

dipanaskan. *Amorf* merupakan resin yang bertransisi dari suhu sangat rendah ke suhu tinggi sehingga membentuk fisik yang kenyal (*glass transition temperature*). Contoh dari *amorf* yaitu *polystyrene* (PS), *polyvinylchloride* (PVC), *polymethylmethacrylate* (PMMA) dan *polycarbonate* (PC). Sedangkan kristalin merupakan resin yang bertransisi dari kondisi kenyal menjadi lelehan. Contoh dari kristalin yaitu *polypropylene* (PP) dan *polyethylene* (PE).

2.7 *Blow Molding*

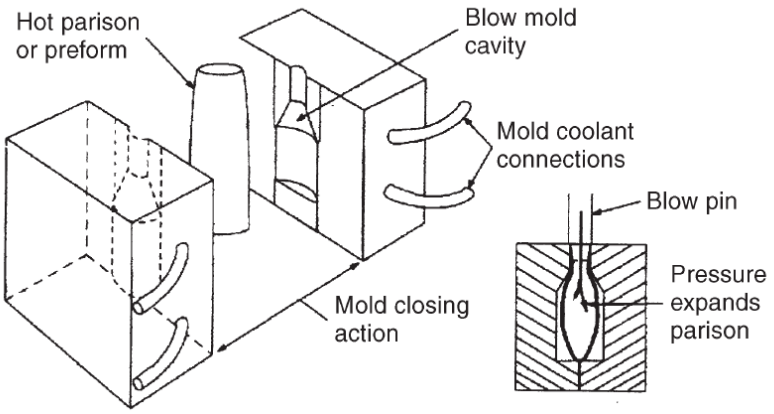
Blow Molding adalah proses pembentukan material termoplastik berongga yang dibentuk dengan melakukan injeksi panas dan disalurkan otomatis ke dalam cetakan. Udara yang bertekanan tertentu ditiupkan kedalam mesin untuk membentuk bahan plastik sesuai dengan profil cetakan (Rees, 1994). Proses *blow molding* saat ini menggunakan *preform* yang memiliki leher dan ulir. Cetakan yang dibuat pada proses ini akan menghasilkan bentuk tubuh botol dan dasar botol dalam proses *Reheat Stretch Blow Molding* (RSBM) yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu *two mold halves* dan *one base insert* (Brandau, 2012).

Blow molding merupakan proses pembuatan yang digunakan untuk membentuk bagian plastik berlubang. *Blow molding* secara sederhana sebagai perkembangan dari seni kuno meniup kaca yang menimbulkan rongga udara didalamnya untuk digunakan dalam mencari keuntungan tertentu dari bahan baku plastik. Plastik yang pertama kali digunakan berupa seluloid yang terbuat dari nitroselulosa untuk membuat kerincing bayi pada tahun 1930-an (Lee N. C., 2006).

Lee (1998) menjelaskan secara sederhana mengenai prinsip dari *blow molding* seperti balon. Udara akan ditiup kedalam tabung plastik dengan salah satu ujungnya tertutup kecuali lubang sebagai masuknya udara. Hal ini akan memperluas tabung dan membentuk cetakan di sekitar tabung. Semakin jauh tabung diregangkan maka semakin tipis bagian tabung tersebut.

Proses *blow molding* dimulai dengan tabung panas dari resin plastik yang disebut dengan *parison* atau *preform*. *Preform* dihasilkan dari *injection blow molding*. *Parison* diletakkan diantara dua belahan atau sisi cetakan (*mold*) yang tidak memiliki inti (*core*). Material plastik akan keluar secara perlahan dan turun

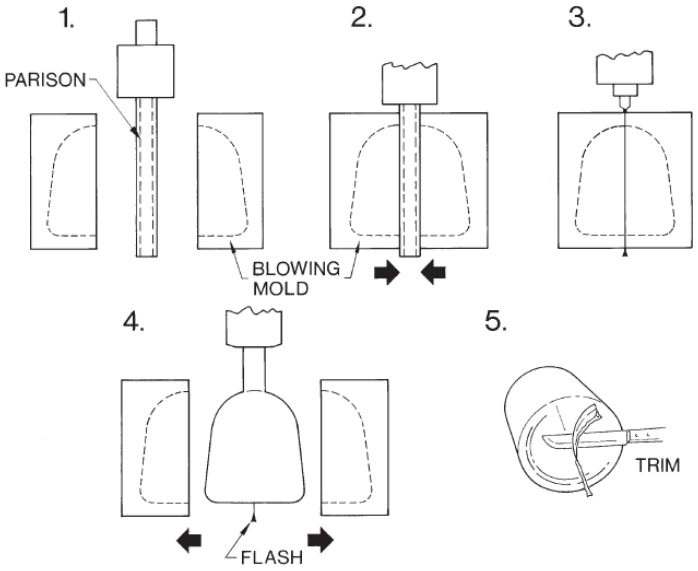
dari *extruder head.* Kedua sisi cetakan kemudian menjepit bahan plastik dan ditekan untuk menyegel tabung *parison* tersebut sedangkan dibawahnya dipasang *blow pin*. Udara ditiupkan dari *blow pin* ke material plastik atau *preform* agar mengembang dan membentuk produk sesuai cetakan. Bakalan plastik yang terbentuk didinginkan melalui cetakan yang sudah dilengkapi saluran pendingin. Setelah dingin, bentuk yang dihasilkan akan dikeluarkan dari cetakan dan dirapihkan oleh pisau pemotong pipa plastik dari *extruder head*.



Gambar 2. 2 Proses Dasar *Blow Molding*

Sumber : (Lee N. C., 1998)

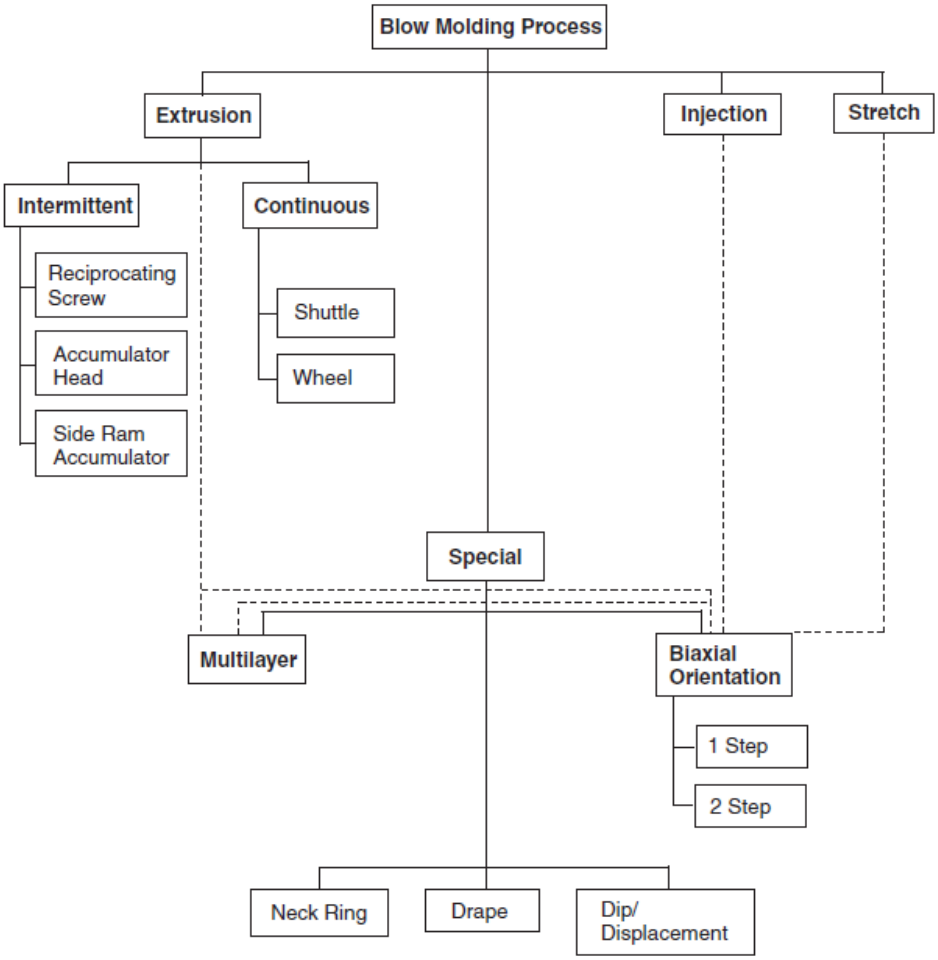
Gambar 2.2 menjelaskan mengenai proses dasar *blow molding* dimana *parison* akan dibentuk kemudian dihembuskan udara didalamnya membentuk produk yang diinginkan. *Blow molding* plastik memiliki beberapa metode. Dari semua metode tersebut terdapat lima tahapan umum sebagai berikut: 1) Melelehkan resin (*plasticizing*), 2) Pembentukan *parison* dan *preform*, 3) Inflasi *parison* atau *preform* (peniupan/pemompaan dengan udara bertekanan kemudian didinginkan) di dalam cetakan untuk menghasilkan bentuk akhir, 4) Pengeluaran bentuk/produk dari *mold*, 5) Pemangkasan dan *finishing* bentuk.



Gambar 2. 3 Tahapan Umum Proses *Blow Molding*

Sumber : (Lee N. C., 1998)

Keempat tahapan umum awal proses *blow molding* pada gambar 2.3 diatas terjadi secara berurutan, sedangkan tahap kelima dapat dilakukan secara paralel dengan keempat tahapan tersebut dengan catatan bahwa keempat tahapan awal sudah berjalan dan menghasilkan produk. Terdapat pengecualian yang terjadi apabila jumlah yang diproduksi pada mesin yang sama, secara bersamaan dapat menimbulkan keempat tahap pertama menjadi tumpang tindih. Karena *cycle time* didominasi oleh tahap *blowing* dan *cooling*. Sehingga pada tahap 3 (*blowing* dan *cooling*) perlu dikontrol siklus *blowing* dan *cooling*. Kecepatan mesin dalam melelehkan resin dan membuat *parison* perlu disesuaikan dengan waktu untuk memproses tahap *blowing* dan *cooling*.



Gambar 2. 4 *Jenis Blow Molding*

Sumber : (Lee N. C., 2006)

Gambar 2.4 diatas menjelaskan mengenai jenis-jenis *blow molding* dan jenis proses yang mengikuti. *Parison* atau *preform* dibentuk oleh dua metode dari resin/bahan plastik yang dilelehkan baik dari proses *extrusion molding* atau *injection molding*. Gambar diatas menujukkan jenis dari proses *blow molding*. Setiap proses memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dan produk serta jumlah yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan metode proses yang diinginkan. Berikut penjelasan mengenai dua metode dalam *blow molding* yaitu *extrusion blow molding* dan *injection blow molding*.

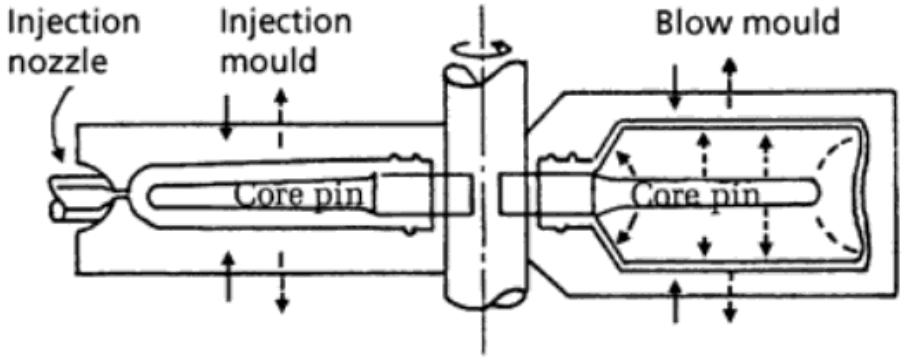
2.7.1 *Injection Blow Molding*

Injection blow molding merupakan proses *blow molding* yang menghasilkan *parison* menjadi leher botol dan *body* botol kedalam bentuk dimensi akhir. Proses ini digunakan dalam industri *packaging*/wadah produk farmasi dan makanan serta produk pribadi. *Packaging* yang dihasilkan dari proses ini mampu membuat produk dalam jumlah yang banyak pada setiap set produksi.

Hasil dari *injection blow molding* memiliki rentang toleransi spesifikasi sehingga dapat disesuaikan apabila membuat botol dengan ukuran yang lebih besar. Sebagai contoh dalam pembuatan botol wadah minuman berkarbonasi yang dapat disesuaikan hingga ukuran 2 liter. Penerapan lain dengan *injection blow molding* yaitu botol semprot yang memiliki toleransi di bagian leher botol yang didesain cukup tebal dan lancip untuk menahan beban puncak tekanan dari peralatan pengisian cairan dan bagian ulir tutup yang sesuai dengan putaran tutupnya.

Pada dasarnya tidak ada *plastic waste* yang dihasilkan oleh *injection blow molding* terbaru, yang terjadi berupa ketidaktepatan bentuk wadah yang keluar dari spesifikasi sehingga perlu dihaluskan kembali.

Proses *injection blow molding* menghasilkan cetakan *parison* yang disebut dengan *preform*. Biasanya *injection blow molding* lebih banyak digunakan daripada *extrusion blow molding* dalam memproduksi bagian yang kecil yang membutuhkan hasil produk yang banyak dan mendekati dimensi kualitas yang ditentukan. Proses *injection blow molding* terdiri dari memasukkan material termoplastik ke dalam rongga sekitar tabung inti untuk menghasilkan tabung berongga. *Preform* dalam inti tabung akan ditransfer menuju *blow mould*. *Preform* dijepit oleh cetakan kemudian udara dihembuskan hingga membentuk rongga. *Preform* dimasukkan kedalam tabung penjepit tambahan untuk membentuk leher serta *body* yang sesuai dimensi yang ditentukan. Udara dihembuskan secara maksimal ke dalam *blow mould* untuk membentuk produk yang ditentukan.

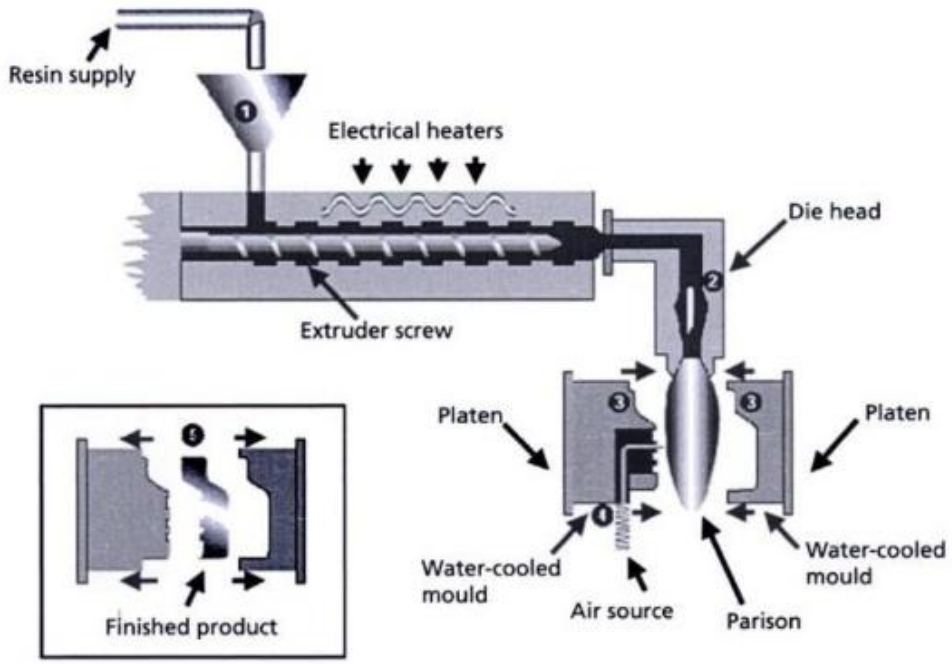


Gambar 2. 5 *Injection Blow Molding*
Sumber : (Lee N. C., 2006)

Gambar 2.5 diatas menjelaskan mengenai bagian-bagian pada mesin *injection blow molding* yang terdiri dari *injection nozzle*, *injection mould,* dan *blow mould*. Proses *injection blow molding* memiliki keunggulan sebagai berikut : 1) efisiensi tinggi dan produksi cepat, 2) hasil desain yang detail dan jumlah banyak, 3) fleksibilitas desain, 4) dapat digunakan untuk banyak jenis material plastik, 5) warna yang fleksibel (pengaturan), 6) scrap yang dihasilkan sedikit, 7) konsistensi hasil produk tinggi. Adapun kekurangan dari *injection blow molding* sebagai berikut : 1) biaya investasi awal yang tinggi, 2) adanya keterbatasan desain tertentu, 3) tidak ekonomis jika produksi dalam jumlah sedikit.

2.7.2 *Extrusion Blow Molding*

Extrusion Blow Molding memiliki kesamaan proses seperti *injection blow molding* dan produk yang dihasilkan memiliki bentuk yang lebih panjang. Adapun proses dari *extrusion blow molding* sebagai berikut : 1) bahan/material plastik dipanaskan hingga lunak pada bagian silinder heater mesin (*extruder screw*), 2) bahan plastik diberi tekanan tertentu melalui *forming die* (lubang cetakan/*mold*), 3) bahan plastik menjadi produk yang masih panas dikeluarkan kemudian didinginkan, 4) memotong sisa/ produk sesuai dengan spesifikasi.



Gambar 2. 6 *Extrusion Blow Molding*

Sumber : (Lee N. C., 2006)

Gambar 2.6 diatas menggambarkan mengenai proses *extrusion blow molding* yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Proses *extrusion blow molding* memiliki keunggulan sebagai berikut : 1) dapat digunakan untuk menghasilkan produk dalam jumlah banyak, 2) harga murah untuk peralatannya, 3) dapat digunakan untuk membentuk bagian kompleks. Adapun kekurangan dari *extrusion blow molding* sebagai berikut : 1) hasil ketebalan tidak merata, 2) dimensi toleransi rendah, 3) keakuratan yang rendah dalam menghasilkan detail produk.

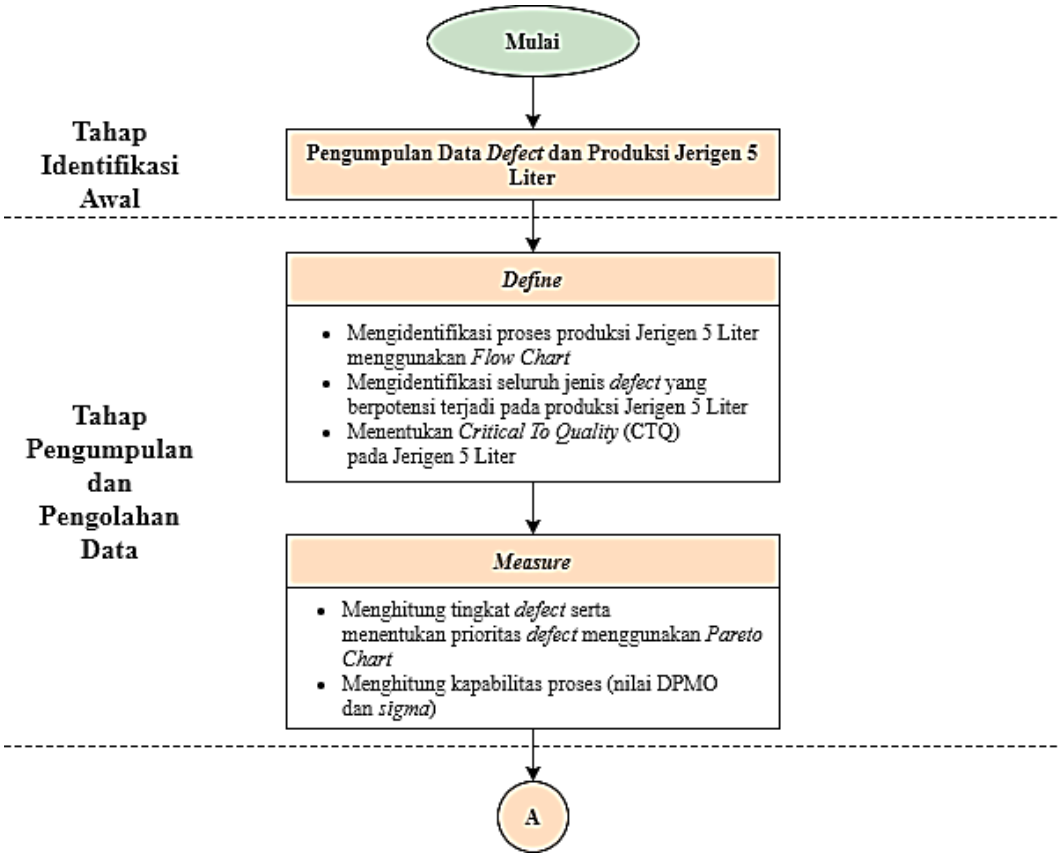
(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

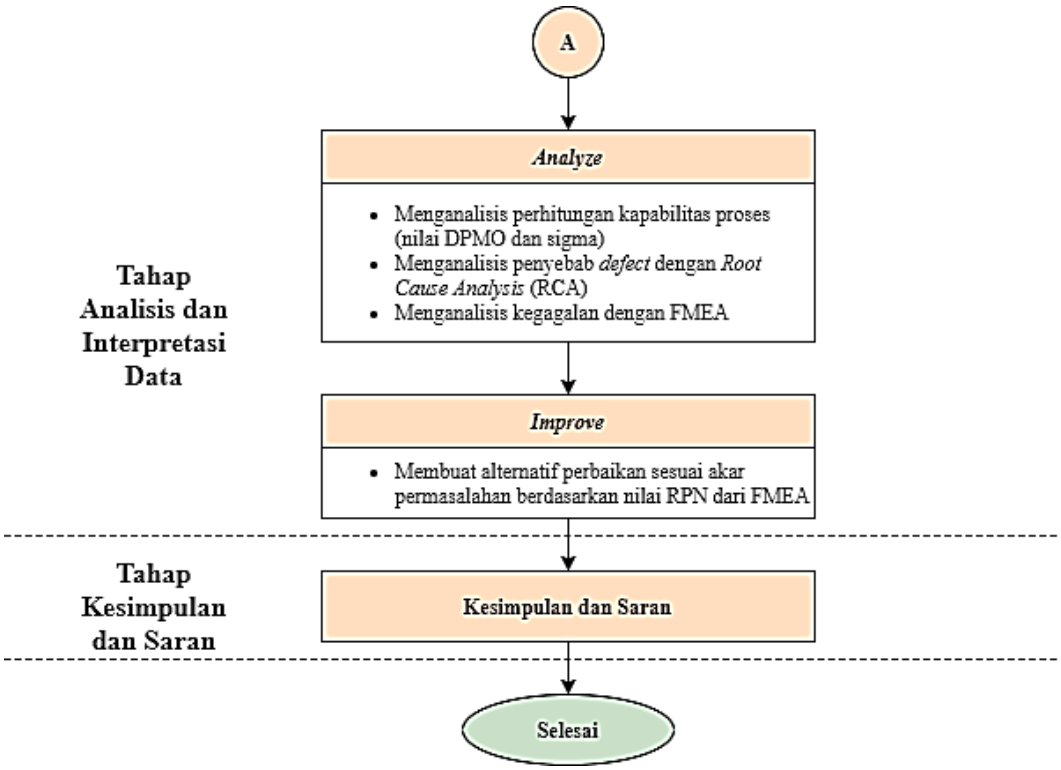
Pada Bab 3 ini akan dijelaskan mengenai urutan langkah pengerjaan penelitian atau metode dalam melakukan penelitian secara sistematis yang terdiri dari *flowchart* metodologi pelaksanaan penelitian serta penjelasan tahapan pada *flowchart* metodologi pelaksanaan penelitian.

3.1 *Flowchart* Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Berikut ini merupakan *flowchart* atau alur pelaksanaan penelitian.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3. 2 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

Pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 diatas menjelaskan mengenai *flowchart* Penelitian Tugas Akhir yang terdiri dari tahap identifikasi awal, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, serta tahap kesimpulan dan saran.

3.2 Penjelasan *Flowchart* Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Pada sub bab ini menjelaskan mengenai urutan pengerjaan penelitian yang terdiri dari lima tahap yaitu tahap identifikasi awal, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, serta tahap kesimpulan dan saran.

3.2.1 Tahap Identifikasi Awal

Pada tahap ini merupakan tahap awal dalam melaksanakan penelitian. Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini yaitu melakukan pengumpulan data *defect* dan produksi Jerigen 5 Liter. Tahap pengumpulan data ini bertujuan untuk memperoleh data dan informasi terkait mengenai penelitian yang dilakukan. Pengumpulan data berasal dari data sekunder maupun data primer. Data primer

diperoleh dari kuisioner atau wawancara dengan pihak perusahaan seperti Manajer Pabrik, Kepala Departemen Produksi, Kepala Departemen *Quality Assurance*, dan Kepala Departemen Teknik. Data sekunder merupakan data yang berasal dari catatan perusahaan. Data sekunder diperoleh dari Departemen Produksi, Departemen *Quality Assurance*, dan Departemen Teknik. Data yang dikumpulkan berupa data produksi pada tahun 2019, data *defect* pada produksi Jerigen 5 Liter pada tahun 2019, data komplain dan retur tahun 2019, kuisioner FMEA yang diisi oleh Manajer Pabrik serta catatan perawatan dan kejadian masalah mesin dan sebagainya pada tahun 2019. Penggunaan data 2019 ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi perusahaan terhadap kualitas produksinya, dan wawancara yang dilakukan dengan pihak perusahaan bahwa kondisi pada tahun 2020 tidak jauh berbeda dengan tahun 2019.

3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini terdiri dari pengumpulan dan pengolahan data dengan tujuan untuk mengumpulkan data-data seperti data dan melakukan pengolahan data terhadap data-data tersebut sesuai dengan kebutuhan penelitian. Penjelasan mengenai tahap pengumpulan dan pengolahan data sebagai berikut:

3.2.2.1 *Define*

Tahap *define* pada penelitian ini dilakukan aktivitas sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proses produksi Jerigen 5 Liter menggunakan *Flow Chart*.

   Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini yaitu melakukan identifikasi proses produksi Jerigen 5 Liter dengan menggunakan *Flow Chart*. *Flow Chart* pada tahap ini digunakan untuk menggambarkan suatu rangkaian proses produksi Jerigen 5 Liter untuk memudahkan dalam membaca urutan langkah dari proses produksi yang terjadi. *Flow Chart* juga dapat digunakan untuk membantu mengidentifikasi masalah yang terjadi.
2. Mengidentifikasi seluruh jenis *defect* yang berpotensi terjadi pada produksi Jerigen 5 Liter.

Pada tahap ini dilakukan identifikasi seluruh jenis *defect* produk Jerigen 5 Liter yang terjadi di perusahaan. Identifikasi dapat dilakukan dengan melihat data produk Jerigen 5 Liter dari Departemen Produksi dan *Quality Assurance* serta melakukan wawancara dengan pihak perusahaan seperti Manajer Pabrik, Kepala Departemen Produksi, Kepala Departemen *Quality Assurance*, dan Kepala Departemen Teknik.

3. Menentukan *Critical To Quality* (CTQ) pada Jerigen 5 Liter

   Pada tahap ini dilakukan identifikasi *Critical To Quality* (CTQ) dengan menggunakan *tools* seperti *Critical To Quality Tree* untuk membantu menerjemahkan kebutuhan umum *customer* menjadi kebutuhan yang spesifik dan dapat diukur. Kegiatan ini dilakukan dengan rekap klaim dari konsumen maupun wawancara kepada Departemen *Quality Assurance*. Dari wawancara tersebut didapatkan data kebutuhan yang *customer* inginkan seperti struktur produk, toleransi dimensi produk, dan sebagainya.

3.2.2.2 *Measure*

Pada tahap *measure* dilakukan pengukuran dan pengolahan data yang digunakan. Data-data yang digunakan merupakan data primer dan data sekunder dari perusahaan seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 3.2.2.1. Berikut merupakan tahapan *measure* pada penelitian ini:

1. Menghitung tingkat *defect* serta menentukan prioritas *defect* menggunakan *Pareto Chart*.

   Perhitungan *defect* dilakukan dengan cara menghitung jumlah produk yang *defect* dibagi dengan jumlah total produk yang diinspeksi. Berikut adalah formula perhitungan tingkat *defect*:

$$\text{Tingkat } defect = \frac{\text{jumlah produk } defect}{\text{total jumlah produksi}} \tag{3.1}$$

   Kemudian dilakukan penentuan prioritas *defect* menggunakan *Pareto Chart* dalam untuk mengurutkan jenis *defect*. Dari jumlah *defect tersebut*

digunakan untuk mengetahui prioritas *defect* yang kritis untuk dilakukan tindakan perbaikan.

2. Menghitung kapabilitas proses (nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan *sigma*)
   a. Perhitungan DPMO dilakukan dengan cara menghitung jumlah *Critical to Quality* (CTQ) yang ditentukan sebelumnya. DPMO (*defect per million opportunity*) merupakan *defect* dalam satu juta produk yang diinspeksi. Berikut adalah formula menghitung DPMO:

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{\text{jumlah } defect \times 1.000.000}{\text{jumlah unit} \times \text{CTQ}} \quad (3.2)$$

   b. Perhitungan nilai *six sigma* dilakukan dengan mengkonversi nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dalam nilai *sigma*. Untuk mengubah nilai DPMO ke *sigma* dapat menggunakan kalkulator *sigma* maupun manual.

Tabel 3. 1 Hubungan Antara Nilai DPMO dengan Nilai Sigma

Nilai *Sigma*	**DPMO**	**Prosentase yang Memenuhi Spesifikasi**
6	3,4 *defect*	100 %
5	233 *defect*	99,98%
4	6.210 *defect*	99,38 %
3	66.807 *defect*	93,32 %
2	308.537 *defect*	69,20 %
1	691.462 *defect*	31 %

Sumber: (George, 2002)

Pada Tabel 3. 1 diatas menjelaskan mengenai tingkatan nilai sigma dan hubungannya terhadap *Defect Per Million Opportunity* (DPMO). Semakin tinggi level *sigma* maka level proses semakin baik, dan level *sigma* yang rendah menunjukkan bahwa proses tersebut tidak berjalan baik dan terjadi banyak *defect*.

3.2.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Tahap ini dilakukan analisis dan interpretasi data dari pengukuran yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Berikut ini merupakan aktivitas-aktivitas pada tahap analisis dan interpretasi data:

3.2.3.1 *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis dengan aktivitas-aktivitas sebagai berikut:

1. Menganalisis perhitungan kapabilitas proses (nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan *sigma*)

   Dari perhitungan tahap *Measure* dilakukan analisis tingkat DPMO dan *sigma* perusahaan untuk mengetahui tingkat kualitas dari perusahaaan.
2. Menganalisis penyebab *defect* dengan *Root Cause Analysis* (RCA)

   Data dari jenis *defect* yang diperoleh dilakukan analisis penyebab permasalahan dengan RCA untuk mengetahui penyebab permasalahan cacat pada produk yang muncul. Kemudian akar permasalahan tersebut digunakan sebagai *input* dalam FMEA.
3. Menganalisis kegagalan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

   Akar penyebab permasalahan dari *Root Cause Analysis* (RCA) digunakan sebagai dasar pembuatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk melakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) yang terdiri dari *severity*, *occurence* dan *detection*. Dari FMEA akan didapatkan akar permasalahan kritis untuk dilakukan perbaikan pada setiap jenis *defect* pada produk.

Tujuan dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu membuat perbaikan dari permasalahan yang terjadi. FMEA digunakan pada penelitian ini untuk fokus pada pencegahan terjadinya permasalahan. Sehingga membutuhkan data mengenai bagaimana masalah dapat terjadi serta penyebab masalah tersebut untuk membantu menentukan tindakan pencegahan. Di dalam FMEA juga mengidentifikasi potensi terjadinya kegagalan untuk mengurangi risiko kegagalan.

Masalah yang terindentifikasi akan ditentukan efek dan tingkat keparahannya, kemudian probabilitas terjadinya kegagalan serta identifikasi control dan efektivitasnya untuk menentukan prioritas risiko terkait kegagalan. FMEA membantu mencegah terjadinya kegagalan setelah prioritas risiko dan tindakan perbaikan dilakukan. Pada penelitian ini, penetapan tingkat *severity*, *occurrence* dan *detection* dilakukan dengan menyesuaikan pihak ahli PT. Jerigen seperti Manajer Pabrik dan skala yang digunakan sebagai berikut.

a. *Severity* (S)

Severity menunjukkan seberapa parah akibat kegagalan yang terjadi. Berikut merupakan skala *severity* yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. 2 Skala *Severity* Menurut McDermott

***Severity* (S)**	
Keterangan	***Rating***
No, tidak ada pengaruh yang disadari pelanggan	1
Very minor, menimbulkan gangguan sangat kecil pada lini produksi, sangat sedikit produk yang perlu dilakukan *rework*	2
Minor, menimbulkan gangguan ringan pada lini produksi, <5% produk mungkin perlu dilakukan *rework*	3
Very low, menimbulkan gangguan sangat rendah pada lini produksi, <10% produk mungkin perlu dilakukan *rework*	4
Low, menimbulkan gangguan rendah pada lini produksi, <15% produk mungkin perlu dilakukan *rework*	5
Moderate, menimbulkan ganggaun sedang pada lini produksi, >20% produk mungkin harus dibuang	6
High, menimbulkan gangguan tinggi pada lini produksi, >30% produk mungkin harus dibuang, proses mungkin dihentikan,*customer* tidak puas	7
Very high, menimbulkan gangguan tinggi pada lini produksi, hampir 100% produk mungkin harus dibunag, proses tidak dapat diandalkan, *customer* sangat tidak puas	8
Hazard with warning, dapat membahayakan operator atau peralatan, sangat mempengaruhi operasi proses yang aman, melibatkan ketidakpatuhan terhadap peraturan pemerintah, kegagalan akan terjadi dengan peringatan	9

Tabel 3. 2 Skala *Severity* Menurut McDermott (Lanjutan)

***Severity* (S)**	
Keterangan	***Rating***
Hazard with no warning, dapat membahayakan operator atau peralatan, sangat memperngaruhi operasi proses yang aman, melibatkan ketidakpatuhan terhadap peraturan pemerintah, kegagalan terjadi tanpa peringatan	10

Sumber : (McDermott, Mikulak, & Beauregard, 2009)

Sedangkan skala penilaian *severity* yang telah disesuaikan akan ditampilkan pada bab 5 subbab 5.1.4 bagian Analisis Kegagalan Dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

b. *Occurrence* (O)

Occurrence menunjukkan frekuensi terjadinya penyebab kegagalan yang akan terjadi. Berikut merupakan skala *occurence* yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. 3 Skala *Occurence* Menurut Mc Dermott

***Occurrence* (O)**		
Degree	**Frekuensi Kejadian**	***Rating***
Remote, tidak pernah terjadi kegagalan, tidak ada kegagalan pada proses sejenis	1 per 1.500.000 item	1
Low, beberapa kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses yang hampir sama	1 per 150.000 item	2
	1 per 15.000 item	3
Moderate, terjadi kegagalan pada proses yang sama tapi tidak dalam jumlah yang besar	1 per 2.000 item	4
	1 per 400 item	5
	1 per 80 item	6
High, kegagalan berulang, proses yang hampir sama sering mengalami kegagalan	1 per 20 item	7
	1 per 8 item	8
Very high, kegagalan hampir tidak bisa dihindari	1 per 3 item	9
	>1 per 2 item	10

Sumber : (McDermott, Mikulak, & Beauregard, 2009)

Sedangkan skala penilaian *occurence* yang telah disesuaikan akan ditampilkan pada bab 5 subbab 5.1.4 bagian Analisis Kegagalan Dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

c. *Detection* (D)

Detection menunjukkan penilaian kemampuan dalam mendeteksi kegagalan dalam sistem. Berikut merupakan skala *detection* yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. 4 Skala *Detection* Menurut McDermott

Detection (D)	
Keterangan	***Rating***
Almost certain, kontrol hampir pasti mendeteksi adanya kegagalan	1
Very high, kontrol memiliki peluang sangat tinggi mendeteksi adanya kegagalan	2
High, kontrol memiliki peluang tinggi mendeteksi adanya kegagalan	3
Moderately high, kontrol memiliki peluang cukup tinggi mendeteksi adanya kegagalan	4
Moderate, kontrol memiliki peluang sedang mendeteksi adanya kegagalan	5
Low, kontrol memiliki peluang rendah mendeteksi adanya kegagalan	6
Very low, kontrol memiliki peluang sangat rendah mendeteksi adanya kegagalan	7
Remote, kontrol sulit mendeteksi adanya kegagalan	8
Very remote, kontrol lebih cenderung tidak akan mendeteksi kegagalan	9
Very uncertain, kontrol sangat mungkin tidak akan mendeteksi adanya kegagalan	10

Sumber : (McDermott, Mikulak, & Beauregard, 2009)

Sedangkan skala penilaian *detection* yang telah disesuaikan akan ditampilkan pada bab 5 subbab 5.1.4 bagian Analisis Kegagalan Dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Untuk Tabel 3.2, Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 merupakan skala *severity*, *occurrence* dan *detection* dalam penelitian yang dilakukan oleh McDermott tahun 2009, dan tabel tersebut menjadi acuan untuk bahan diskusi dengan pihak

perusahaan. Sehingga pada bab 5 subbab 5.1.4 bagian Analisis Kegagalan Dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang menunjukkan mengenai skala *severity*, *occurrence* dan *detection* yang digunakan dalam penelitian dengan skala yang sudah menyesuaikan dengan kondisi perusahaan melalui *brainstorming* dan diskusi dengan pihak PT. Jerigen.

3.2.3.2 *Improve*

Pada tahap *improve* dilakukan dengan aktivitas sebagai berikut yaitu membuat alternatif perbaikan sesuai akar permasalahan berdasarkan nilai *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dalam menyusun alternatif perbaikan dilakukan dengan mempertimbangkan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan dihitung dengan menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN). RPN terbesar menjadi fokus utama permasalahan yang akan diusulkan perbaikannya.

3.2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini sebagai tahap terakhir dalam penelitian. Kesimpulan dibuat berdasarkan tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Saran berguna untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut.

BAB 4
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini merupakan tahap pengumpulan dan pengolahan data yang terdiri dari tahap *Define* dan tahap *Measure*. Pada tahap *Define* akan dilakukan identifikasi mengenai proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram, identifikasi seluruh jenis *defect* dan menentukan *Critical To Quality* (CTQ). Untuk tahap *Measure* dilakukan perhitungan tingkat *defect* serta menentukan prioritas *defect*, menghitung kapabilitas proses yaitu menghitung nilai *Defect per Million Opportunity* (DPMO) dan *sigma*.

4.1 Tahap *Define*

Tahap ini menjelaskan mengenai aliran proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram, mengidentifikasi seluruh jenis *defect* yang berpotensi terjadi pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram dan menentukan *Critical To Quality* (CTQ) pada Jerigen 5 Liter 180 gram.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Jerigen adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam manufaktur *packaging* dari plastik terutama menggunakan *injection* dan *blow molding*. PT. Jerigen telah menjalankan bisnisnya sejak tahun 1985. Beberapa produk yang diproduksi oleh PT. Jerigen diantaranya yaitu *bottle, floats & pearl basket, jerry can, pail & gallon, pallet & basket* dan *pet.* PT. Jerigen juga memberikan layanan lebih dalam hal melakukan produksi produk khusus sesuai dengan permintaan *customer*.

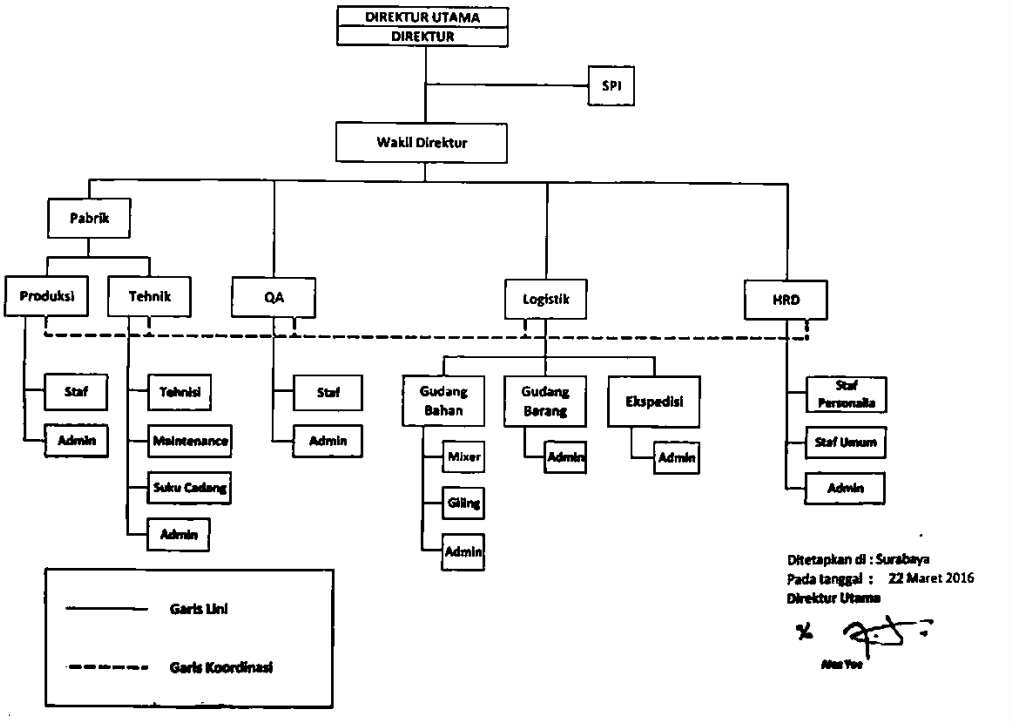
PT. Jerigen memiliki sertifikasi ISO 9001:2001 sejak tahun 2004 yang kemudian dikembangkan untuk memiliki sertifikasi ISO 9001:2015. PT. Jerigen menunjukkan kualitas manajemennya untuk meningkatkan kualitas terhadap jasa dan produk-produknya. PT. Jerigen memiliki tujuan untuk memasarkan produknya dalam taraf nasional dan internasional.

PT. Jerigen memiliki visi dan misi dalam menunjang keberhasilan jalannya perusahaan. Visi yang dimiliki yaitu “PT. Jerigen menjadi perusahaan

manufaktur plastik terkemuka secara nasional dan internasional dengan sumber daya manusia yang andal dan teknologi canggih yang menempatkan kepuasan pelanggan sebagai prioritas utama". Adapun untuk mencapai visi perusahaan didukung oleh misi yang dimiliki oleh PT. Jerigen sebagai berikut:

1. Mengembangkan sumber daya manusia yang terampil sebagai pilar utama roda bisnis.
2. Menerapkan teknologi terdepan dalam proses produksi.
3. Meningkatkan efisiensi manajemen rantai pasokan.
4. Memberikan kualitas produk yang baik dan layanan tepat waktu untuk memastikan kepuasan pelanggan.
5. Menciptakan produk baru dengan fungsi dan desain inovatif.
6. Meningkatkan sistem manajemen secara berkelanjutan.

Dalam mencapai visi dan misi yang dimiliki, PT. Jerigen memiliki struktur organisasi perusahaan sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. Jerigen

Pada gambar 4.1 menunjukkan struktur organisasi PT. Jerigen. Pimpinan tertinggi dipegang oleh Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur dan Wakil

Direktur untuk menjalankan perusahaan serta Satuan Pengawasan Intern (SPI) yang memiliki tugas dalam melakukan *assurance* terhadap efektivitas pengelolaan risiko, pengendalian dan proses tata kelola perusahaan yang baik. PT. Jerigen memiliki 5 Departemen yaitu Departemen Produksi, Departemen Teknik, Departemen *Quality Assurance* (QA), Departemen Logistik, dan Departemen *Human Resources* (HRD).

Departemen Produksi dan Departemen Teknik memiliki posisi yang berada dibawah naungan Kepala Pabrik. Kepala Pabrik bertanggungjawab terhadap operasional dan produksi perusahaan. Departemen Produksi bertanggungjawab terhadap pelaksanaan produksi. Departemen Teknik bertanggungjawab terhadap pemeliharaan mesin dan *engineering*. Departemen *Quality Assurance* bertanggungjawab terhadap kualitas hasil produksi serta kesesuaian produk. Departemen Logistik bertanggungjawab terhadap penerimaan dan pemeliharaan bahan baku dan gudang serta transportasi produk dari dan ke konsumen. Dan Departemen *Human Resources* bertanggungjawab terhadap pengelolaan sumber daya manusia perusahaan.

PT. Jerigen memiliki 2 pabrik yang digunakan untuk menjalankan bisnisnya. Pabrik 1 merupakan pabrik pusat yang didalamnya terdiri dari Direktur Utama, Direktur dan Wakil Direktur, serta Departemen *Human Resources*. Di dalam Pabrik 1 juga terdapat mesin-mesin *injection* serta mesin untuk menghasilkan produk PET. Untuk Pabrik 2 memiliki mesin-mesin *blow molding* dan beberapa mesin *injection*. Manajemen yang terdapat di Pabrik 2 terdiri dari *Manager* Pabrik, Departemen Produksi, Departemen Teknik, Departemen *Quality Assurance* (QA), dan Departemen Logistik.

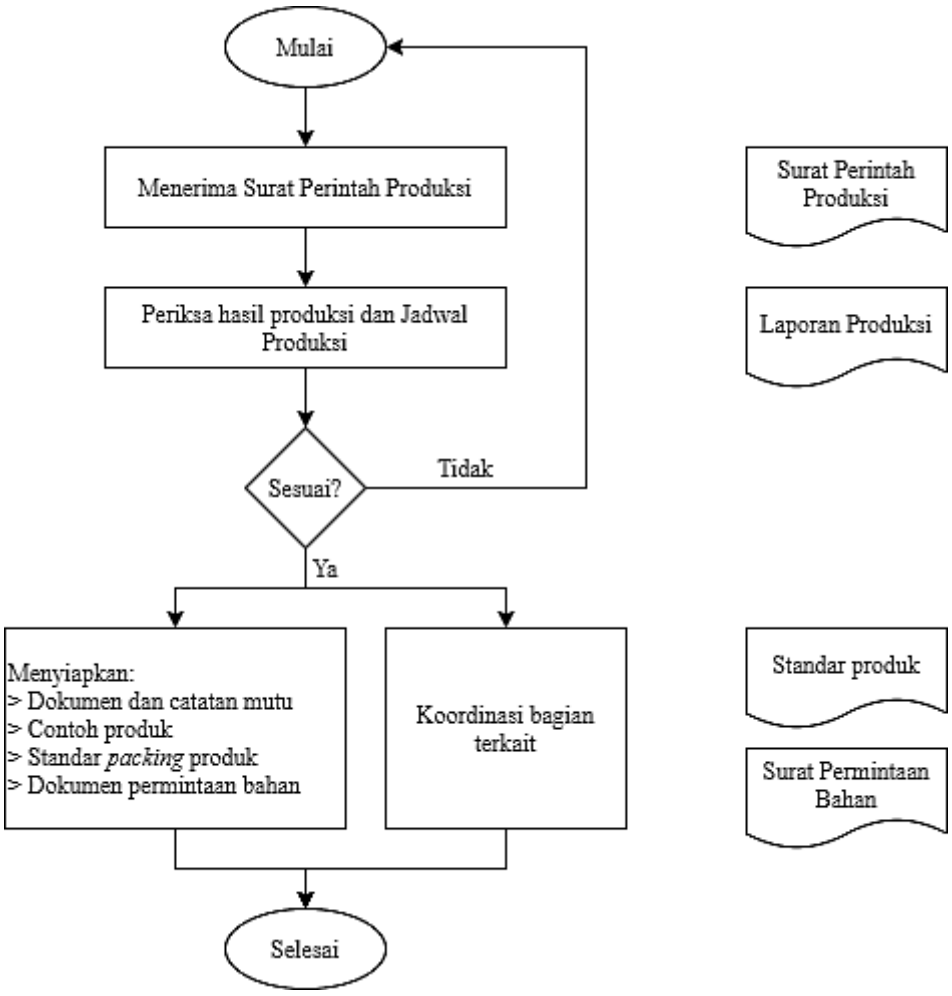
4.1.2 Proses Produksi Jerigen 5 Liter

PT. Jerigen melakukan proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram dengan menggunakan proses *blow molding*. *Blow molding* dilakukan dengan memasukkan material plastik ke dalam mesin kemudian mesin menghembuskan udara bertekanan untuk membentuk rongga menjadi produk plastik yang diinginkan. Pelaksanaan produksi untuk semua jenis produk yang dihasilkan oleh

PT. Jerigen memiliki prosedur yang terdiri dari prosedur Persiapan Produksi, Pelaksanaan Produksi dan Pengendalian Produk Tidak Sesuai.

4.1.2.1 Prosedur Persiapan Produksi

Prosedur Persiapan Produksi memiliki tujuan untuk memastikan kesiapan terhadap bahan baku, sumber daya dan sebagainya saat akan melakukan produksi. Berikut ini merupakan prosedur Persiapan Produksi yang dilakukan oleh PT. Jerigen.

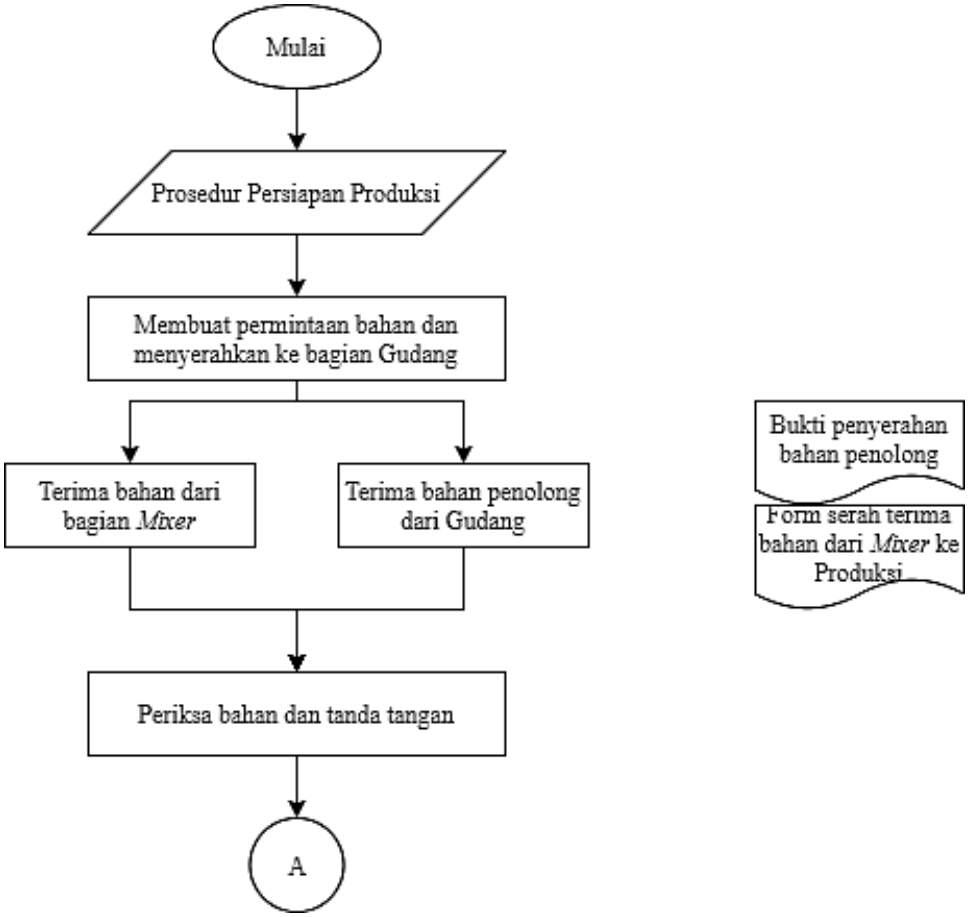


Gambar 4. 2 Prosedur Persiapan Produksi

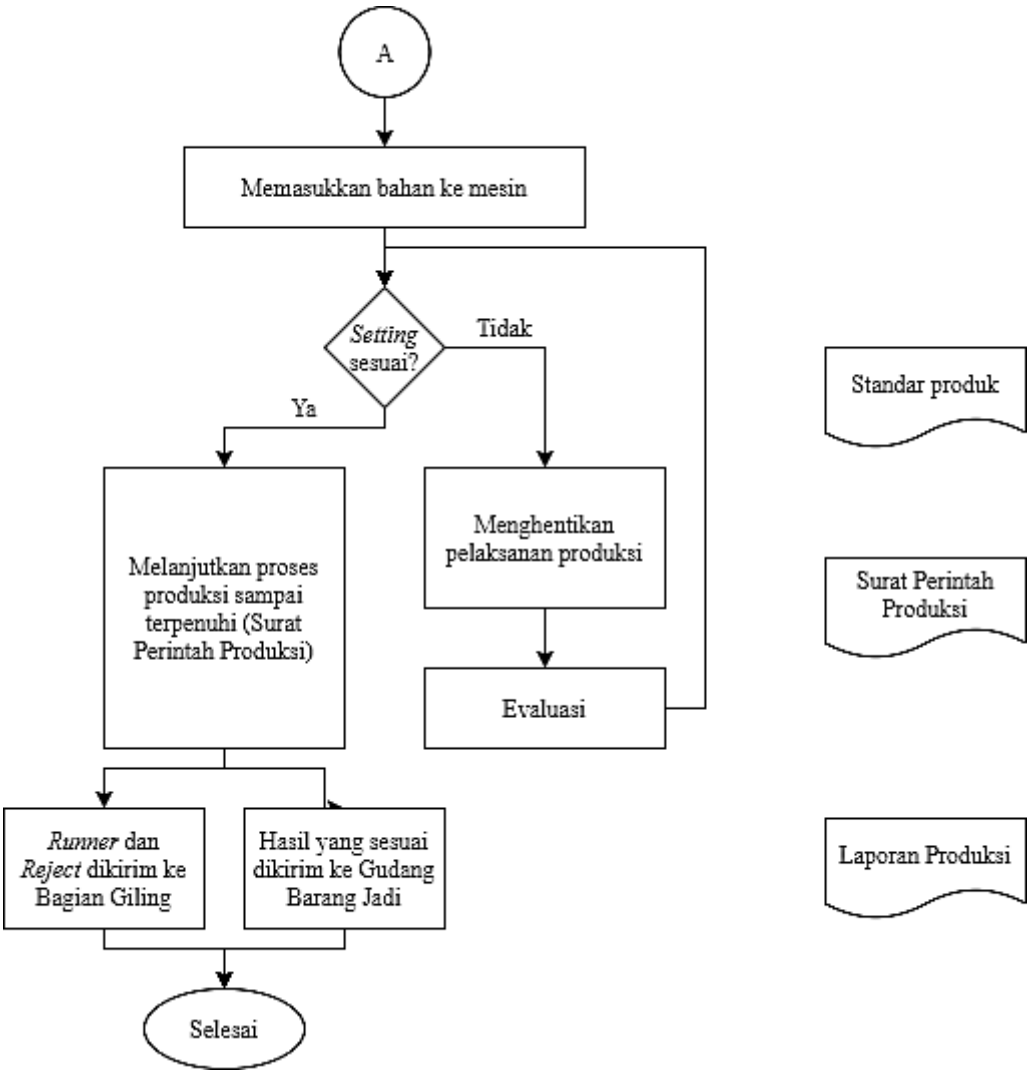
Gambar 4.2 menunjukkan rangkaian Prosedur Persiapan Produksi yang dilakukan oleh PT. Jerigen. Prosedur Persiapan Produksi dimulai dari menerima Surat Perintah Produksi, memeriksa hasil produksi dan Jadwal Produksi, dan mengecek kesesuaian persiapan dengan dokumen-dokumen dan koordinasi.

4.1.2.2 Prosedur Pelaksanaan Produksi

Prosedur Pelaksanaan Produksi memiliki tujuan untuk melakukan produksi dalam menghasilkan produk-produk yang dimiliki oleh PT. Jerigen. Berikut ini merupakan prosedur Pelaksanaan Produksi yang dilakukan oleh PT. Jerigen.



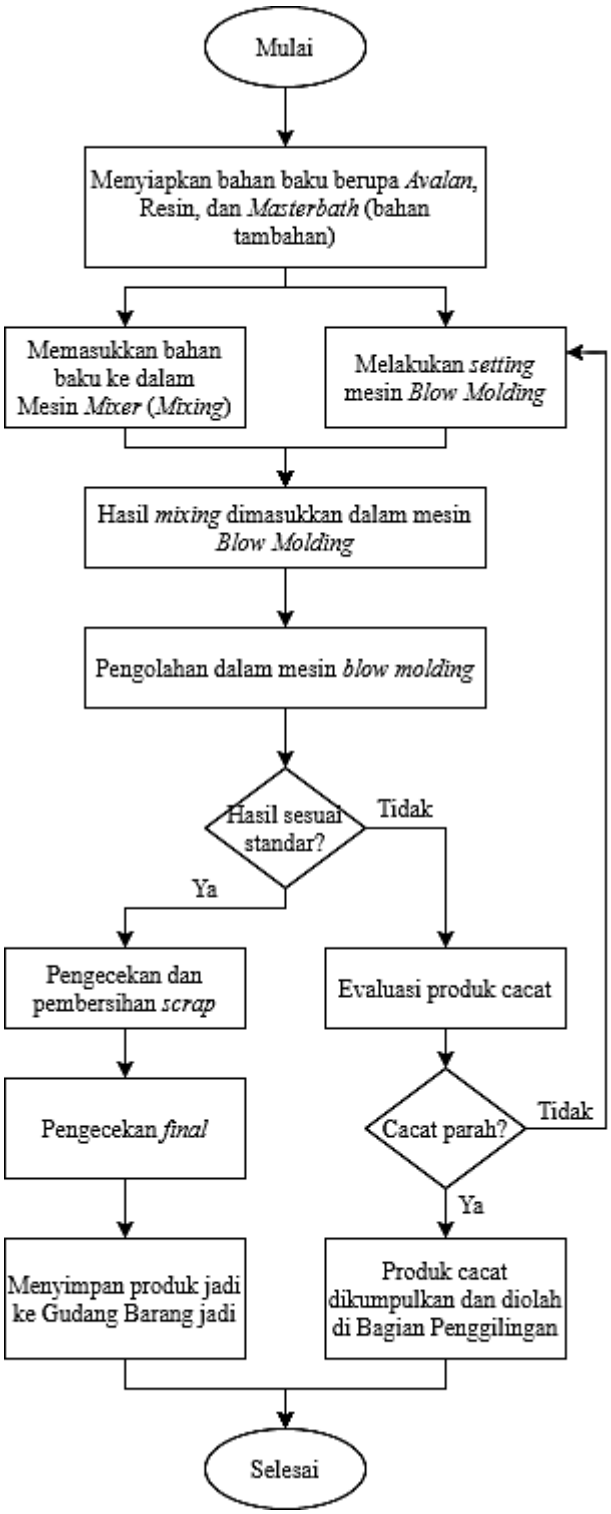
Gambar 4. 3 Prosedur Pelaksanaan Produksi



Gambar 4. 4 Prosedur Pelaksanaan Produksi (Lanjutan)

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menjelaskan mengenai Prosedur Pelaksanaan Produksi yang dilakukan oleh PT. Jerigen. Pada prosedur ini terdiri dari langkah persiapan produksi, membuat permintaan bahan, penerimaan bahan, memeriksa bahan, memasukkan bahan ke mesin, melakukan *setting*, kesesuaian *setting*, dan penyimpanan produk jadi ke gudang.

PT. Jerigen melakukan produksi dengan mesin *blow molding* dan *injection molding*. Sedangkan untuk produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang difokuskan pada penelitian ini menggunakan mesin *blow molding*. Adapun aliran proses produksi untuk menghasilkan produk Jerigen 5 Liter 180 gram dengan mesin *blow molding* adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Proses Produksi Jerigen 5 Liter dengan Mesin *Blow Molding*

Gambar 4.5 menjelaskan mengenai Proses Produksi Jerigen 5 liter 180 gram dengan menggunakan mesin *Blow Molding*. Berikut ini merupakan penjelasan secara detail mengenai proses produksi pada Gambar 4.5 tersebut:

Diawali dengan menyiapkan bahan baku berupa avalan, resin dan *masterbath* (bahan tambahan). Selanjutnya memasukkan bahan baku ke dalam mesin *mixer* (*mixing*). Mesin *mixer* akan mencampurkan bahan secara merata. Beriringan dengan pelaksanaan proses *mixing*, mesin *blow molding* dilakukan *setting* agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar. Hasil dari *mixing* akan dimasukkan ke mesin *blow Molding* melalui corong ke dalam *auto loader*. Di dalam *auto loader* bahan baku akan diatur suhu dan waktu untuk diteruskan ke bagian *screw*. Di dalam *screw*, bahan baku akan dilelehkan. Lelehan bahan baku akan mengalir melalui *head* menuju matras atau *mould* untuk dilakukan pencetakan bentuk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Bentuk yang sudah jadi akan dikeluarkan dari matras seiring dengan pendinginan yang dilakukan dari mesin. Selanjutnya dilakukan pengecekan hasil produk, apabila sesuai dengan standar akan dilakukan pembersihan *scrap* kemudian dilanjutkan ke pengecekan *final* dan menyimpan produk jadi ke Gudang Barang Jadi. Namun, jika hasil produk tidak sesuai akan dilakukan evaluasi terhadap produk cacat tersebut. Apabila cacat yang dihasilkan tidak terlalu parah, maka teknisi akan melakukan *setting* ulang pada mesin *blow molding*. Namun, jika cacat produk yang terjadi sangat parah, maka produk cacat akan dikumpulkan dan diolah di Bagian Penggilingan.

4.1.2.3 Prosedur Pengendalian Produk Tidak Sesuai

Prosedur Pengendalian Produk Tidak Sesuai merupakan tindakan yang bertujuan untuk memberikan perlakuan terhadap produk yang tidak sesuai sehingga produk tersebut dapat dilakukan pengolahan ulang dan tindakan lainnya. Prosedur yang dilakukan oleh PT. Jerigen ini dikelompokkan menjadi 4 jenis sebagai berikut:

1. Pada saat *setting* awal

   Berikut ini tindakan yang dilakukan yaitu apabila pada *setting* awal terdapat produk yang *non grade* akan ditempatkan di karung-karung. Pada saat awal produk dihasilkan *Quality Control* melakukan pemeriksaan dan persetujuan bahwa produk tersebut sesuai dengan standar.

2. Pada proses (*blow molding* dan *inject molding*)

   Tindakan pertama apabila terdapat produk yang tidak sesuai karena proses yaitu dengan mengumpulkan produk di karung sesuai dengan proses yang sebelumnya dilakukan. Selanjutnya melakukan tindakan sebagai berikut:

   - *Blow Molding*

     Apabila tebal dan berat produk kurang dari standar atau melebihi standar maka operator melakukan laporan kepada *Quality Control* untuk dilakukan pengecekan. Jika hal tersebut terjadi, *Quality Control* melapor pada operator Teknisi untuk dilakukan *setting* ulang dengan diawasi oleh *Quality Control*.

     Apabila warna yang dihasilkan menyimpang dari standar, operator melakukan laporan kepada *Quality Control* untuk dilakukan pengecekan. Dan *Quality Control* akan melakukan konfirmasi ke operator *mixing* untuk diambil tindakan.

   - *Inject Molding*

     Apabila tebal dan berat produk kurang dari standar atau melebihi standar maka operator melakukan laporan kepada *Quality Control* untuk dilakukan pengecekan. Jika hal tersebut terjadi, *Quality Control* melapor pada operator Teknisi untuk dilakukan *setting* ulang dengan diawasi oleh *Quality Control*.

     Apabila warna yang dihasilkan menyimpang dari standar, operator melakukan laporan kepada *Quality Control* untuk dilakukan pengecekan. Dan *Quality Control* akan melakukan konfirmasi ke operator *mixing* untuk diambil tindakan.

3. Terjadi rusak di Gudang

   Berikut ini merupakan prosedur yang dilakukan yaitu apabila barang jadi di Gudang memiliki penyimpangan dari standar yang ditetapkan maka Penanggung Jawab Gudang akan melaporkan kepada *Quality Control* untuk dilakukan pengecekan produk dan melakukan kategori produk yang bertujuan untuk menentukan tindakan selanjutnya seperti

di*reject* total (diserahkan ke bagian penggilingan), disortir, atau *down grade* (diskusi dengan *marketing)*.

4. Penanganan *Reject* produk dan *Runner*

   Berikut ini adalah prosedur yang dilakukan yaitu:

   - *Runner* dan *reject* produk ditimbang menjadi satu oleh staf pada setiap jenis produk dan setiap mesinnya. Kemudian melakukan pencatatan harian produksi dan menyerahkan *reject* pada operator giling, lalu dilakukan penggilingan.
   - Hasil penggilingan akan ditimbang kemudian diserahkan ke Gudang

4.1.3 Identifikasi Jenis *Defect*

Identifikasi jenis *defect* merupakan upaya yang dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis *defect* yang terjadi pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram pada PT. Jerigen. Identifikasi dilakukan dengan melakukan *brainstorming* atau wawancara kepada bagian *Quality* yang bertanggung jawab terhadap pengecekan kualitas produk PT. Jerigen. Jenis-jenis *defect* yang terjadi dapat disebabkan salah satunya dari adanya aktivitas-aktivitas produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Jenis-jenis *defect* tersebut perlu dilakukan upaya tertentu untuk memperbaiki kualitas hasil produk Jerigen 5 Liter 180 gram secara tepat. Berikut ini merupakan jenis-jenis *defect* yang biasanya terjadi pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram.

1. Bintik hitam merupakan salah satu jenis *defect* berupa bintik-bintik berwarna hitam yang biasanya berada di sekitar badan Jerigen 5 Liter 180 gram. Bintik hitam dalam jumlah banyak menyebabkan lubang-lubang kecil dalam jangka waktu yang lama sehingga saat Jerigen 5 Liter 180 gram diisi cairan akan berkurang volumenya.
2. Gumpal, atau dalam istilah perusahaan disebut dengan “mentol” merupakan salah satu jenis *defect* berupa material plastik yang membentuk gumpalan di sekitar Jerigen 5 Liter 180 gram.
3. Berat tidak standar merupakan salah satu jenis *defect* berupa ketidaksesuaian berat produk Jerigen 5 Liter 180 gram dengan standar yang ditetapkan perusahaan.

4. Tes drop pecah merupakan salah satu jenis *defect* berupa ketidakmampuan produk saat diberi tekanan sehingga menyebabkan Jerigen 5 Liter 180 gram pecah saat diuji coba dengan alat.
5. Bocor merupakan salah satu jenis *defect* berupa adanya lubang atau goresan yang terdapat pada badan Jerigen 5 Liter 180 gram. *Defect* ini menyebabkan cairan keluar dari Jerigen 5 Liter 180 gram.
6. Transparan, atau dalam istilah perusahaan disebut dengan "nerawang" merupakan salah satu jenis *defect* berupa tipisnya badan Jerigen 5 Liter yang tidak sesuai dengan ketebalan standar yang ditetapkan perusahaan.
7. *Seal cup* tidak putus, merupakan salah satu jenis *defect* berupa ketidakmampuan *seal cup* yang berguna untuk melindungi kebocoran pada mulut jerigen membentuk kesatuan antara *seal* dan *cup*-nya sehingga menyulitkan dalam membuka tutup jerigen. Jenis *defect* ini biasa disebabkan oleh proses dan memiliki jumlah yang tidak terlalu banyak.
8. *Hishet* lepas merupakan salah satu jenis *defect* berupa bentuk uliran yang tidak sesuai di mulut jerigen sehingga menyebabkan tutup dan *seal* mudah lepas. Jenis *defect* ini biasa disebabkan oleh proses dan memiliki jumlah yang tidak terlalu banyak.
9. Pipih atau dalam istilah perusahaan disebut dengan "tepos" merupakan salah satu jenis *defect* berupa kurangnya volume udara yang dihembuskan pada proses di mesin *blow molding* yang menyebabkan bentuk Jerigen 5 Liter 180 gram kurang padat.

4.1.4 *Critical To Quality* Jerigen 5 Liter

Critical To Quality (CTQ) merupakan suatu karakteristik yang dapat mempengaruhi kualitas pada produk. CTQ merupakan hal yang penting dalam kualitas proses atau layanan. Karakteristik ini dapat berupa atribut-atribut yang ada pada suatu produk yang memiliki keterkaitan dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Ketidaksesuaian pada karakteristik ini menjadi dampak negatif

tersendiri bagi perusahaan sehingga perlu dilakukan perbaikan (*improvement*) untuk meningkatkan kualitas produk perusahaan.

Produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang diproduksi oleh PT. Jerigen memiliki jenis-jenis *defect* yang merupakan *Critical to Quality* (CTQ) *Potential*. CTQ potensial tersebut perlu dilakukan upaya tertentu untuk mencapai kualitas perusahaan. Berikut merupakan identifikasi CTQ potensial terhadap jenis-jenis *defect* pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram.

1. Ukuran ketebalan jerigen diantara 0,9-1,2 mm
2. Berat jerigen diantara 180-182 gram
3. Standar perlakuan tes drop pecah sebanyak 6 kali pada ketinggian 1,5 m
4. Standar perlakuan penumpukan jerigen untuk mengetahui jerigen dapat sobek atau tidak maksimal 4 tumpuk
5. Ukuran tinggi jerigen diantara 327-331 mm
6. Ukuran lebar jerigen diantara 122-126 mm
7. Ukuran panjang jerigen diantara 178-182 mm
8. Beban yang diterapkan pada permukaan untuk melakukan tes pada jerigen sebesar 30 kg.

CTQ tersebut merupakan karakteristik kualitas terhadap produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang apabila tidak dilakukan pemenuhan karakteristik dapat menyebabkan terjadinya *defect* yang diwaspadai menganggu kelancaran proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram.

4.2 Tahap *Measure*

Tahap ini menjelaskan mengenai perhitungan tingkat *defect* serta menentukan prioritas *defect* menggunakan *Pareto Chart*, kemudian menghitung kapabilitas proses yaitu menghitung nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan *sigma*.

4.2.1 Menghitung Tingkat *Defect*

Setelah melakukan identifikasi *defect* yang berpengaruh terhadap kualitas produk Jerigen 5 Liter 180 gram, dan melakukan identifikasi *critical to quality*

pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram. Berikut merupakan jumlah *defect* pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram.

Tabel 4. 1 Data *Defect* Produk Jerigen 5 Liter 180 gram pada Tahun 2019

Bulan	**Jumlah Produk *Defect***
Januari	26.890
Februari	32.010
Maret	33.249
April	21.654
Mei	31.920
Juni	18.493
Juli	12.353
Agustus	16.113
September	24.370
Oktober	19.209
November	13.319
Desember	20.312
Total	**269.892**

Tabel 4.1 merupakan tabel yang menunjukkan banyaknya data *defect* yang terjadi pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang dihasilkan oleh PT. Jerigen pada tahun 2019. Jumlah *defect* produk Jerigen 5 Liter 180 gram di tahun 2019 sebesar 269.891 *pieces*. Sedangkan total produksi Jerigen 5 Liter 180 gram di tahun 2019 sebesar 8.922.616 *pieces*. Dari perbandingan antara jumlah *defect* dengan jumlah produksi tersebut merupakan bahwa perusahaan masih mengalami jumlah *defect* yang cukup banyak sehingga perlu diperbaiki dengan tindakan tepat.

Berikut ini merupakan jumlah jenis-jenis *defect* pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram berdasarkan setiap identifkasi jenis *critical to quality* pada sub bab 4.1.4.

Tabel 4. 2 Data Jenis-Jenis *Defect* Produk Jerigen 5 Liter 180 gram Tahun 2019

Bulan	**Jumlah *Defect***					
	Bintik Hitam	**Gumpal**	**Berat Tidak Standar**	**Tes Drop Pecah**	**Bocor**	**Transparan**
Januari	6.722	11.204	896	2.241	3.138	2.689
Februari	9.603	8.536	1.600	1.601	4.268	6.402
Maret	14.408	1.663	1.108	8.312	7.204	554
April	1.444	7.218	1.805	7.218	1.444	2.525
Mei	6.916	10.640	3.192	8.512	532	2.128
Juni	1.542	5.547	616	5.548	1.849	3.391
Juli	2.059	4.324	2.471	2.265	1.028	206
Agustus	538	5.639	4.565	4.028	537	806
September	8.530	1.218	407	812	6.092	7.311
Oktober	320	5.442	960	1.600	5.443	5.444
November	1.554	2.886	222	1.110	2.885	4.662
Desember	7.447	5.079	2.032	1.691	1.693	2.370

Tabel 4.2 tersebut menunjukkan banyaknya jenis-jenis *defect* yang terjadi pada setiap bulan di tahun 2019 untuk produk Jerigen 5 Liter 180 gram.

Tabel 4. 3 Rekap Jumlah Tiap Jenis *Defect* Berdasarkan CTQ Produk Jerigen 5 Liter 180 gram

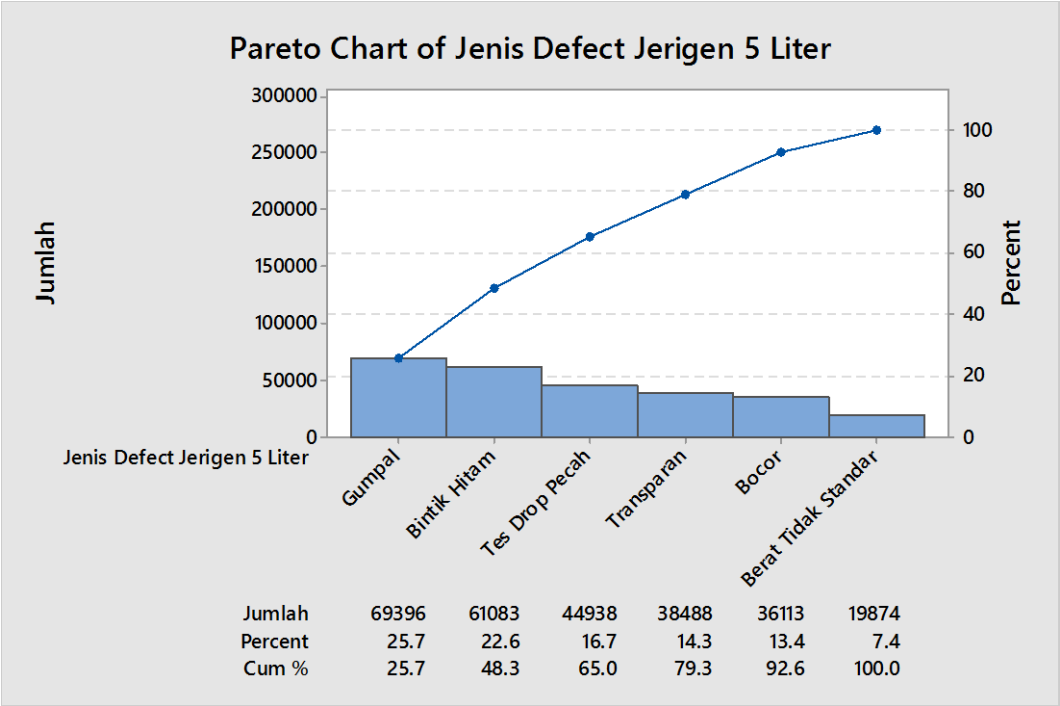
No	**Jenis-Jenis *Defect***	**Jumlah**
1	Bintik Hitam	61.083
2	Gumpal	69.396
3	Berat Tidak Standar	19.874
4	Tes Drop Pecah	44.938
5	Bocor	36.113
6	Transparan	38.488

Tabel 4.3 menunjukkan jumlah tiap jenis *defect* berdasarkan jenis *critical to quality* (CTQ) yang terdapat 6 jenis CTQ teridentifikasi pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram. Data pada Tabel 4.3 akan diolah dengan menggunakan *Pareto Chart* untuk mengetahui berapa persen kontribusi masing-masing jenis *defect* terhadap keseluruhan *defect* yang terdapat pada sistem produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Berikut ini merupakan perhitungan *Pareto Chart* pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram.

Tabel 4. 4 Perhitungan *Pareto Chart* Jenis *Defect*

No	Jenis-Jenis *Defect*	Jumlah	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Gumpal	69.396	25,7	25,7
2	Bintik Hitam	61.083	22,6	48,3
3	Tes Drop Pecah	44.938	16,7	65,0
4	Transparan	38.488	14,3	79,3
5	Bocor	36.113	13,4	92,6
6	Berat Tidak Standar	19.874	7,4	100,0
Total		269.892	100	

Tabel 4.4 menunjukkan perhitungan manual *pareto chart* untuk setiap jenis *defect*. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan sebelumnya, berikut ini merupakan *Pareto Chart* tiap jenis *defect* pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram.



Gambar 4. 6 *Pareto Chart* Jenis *Defect* Produk Jerigen 5 Liter

(Data Olahan Penulis)

Gambar 4.6 menunjukkan enam jenis *defect* yang terjadi pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang diolah dengan menggunakan *Software Minitab*. Jenis-jenis *defect* tersebut yang mempengaruhi keseluruhan *defect* terhadap proses

produksi Jerigen 5 LLiter 180 gram yaitu gumpal, bintik hitam, tes drop pecah, transparan, bocor, dan berat tidak standar. Berdasarkan prinsip *pareto chart* yang menyatakan bahwa *defect* yang mempengaruhi sekitar 80% akan dilakukan perbaikan, maka jenis-jenis *defect* yang perlu diperbaiki pada penelitian ini yaitu gumpal mempengaruhi sebesar 25,7 %, bintik hitam mempengaruhi sebesar 22,6 %, tes drop pecah mempengaruhi sebesar 16,7 %, dan transparan mempengaruhi sebesar 14,3 %. Setelah melakukan diskusi panjang serta pertimbangan dengan pihak PT. Jerigen bahwa *defect* bocor juga mempengaruhi kualitas produksi perusahaan, menimbulkan kerugian finansial yang banyak serta sulitnya dilakukan kompromi dengan klien perusahaan maka *defect* bocor disertakan dalam perhitungan dan analisis *defect* yang digunakan untuk menentukan usulan perbaikan karena *defect* bocor mempengaruhi proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram sebesar 13,4 %.

4.2.2 Menghitung Kapabilitas Proses Awal Produksi Jerigen 5 Liter Berdasarkan Nilai Sigma dan DPMO

Kapabilitas proses yaitu kemampuan yang dilakukan oleh suatu proses tertentu untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Kapabilitas proses pada penelitian didapatkan berdasarkan pengukuran pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram sesuai dengan *critical to quality* (CTQ) yang telah diidentifikasi pada sub bab sebelumnya. Perhitungan kapabilitas proses pada penelitian ini dilakukan untuk menghitung nilai *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan nilai *Sigma*.

Pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram dilakukan pengukuran nilai *sigma* untuk mengetahui kinerja perusahaan. Adanya nilai *sigma* dapat digunakan sebagai pedoman dalam melakukan perbaikan pada sistem produksi.

Perhitungan DPMO dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat } Defect = \frac{\text{jumlah produk } defect}{\text{jumlah produksi}} \quad (4.1)$$

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{\text{jumlah } defect \times 1.000.000}{\text{jumlah produksi} \times \text{CTQ}} \quad (4.2)$$

Berikut merupakan tabel perhitungan jumlah produksi, *defect*, serta perhitungan DPMO yang akan digunakan untuk menghitung nilai *sigma*.

Tabel 4. 5 Perhitungan Nilai Sigma Produk Jerigen 5 Liter 180 gram

No	Keterangan	Nilai
1	Jumlah Jerigen 5 Liter yang diproduksi	8.922.616
2	Jumlah Jerigen 5 Liter yang *defect*	250.018
3	Jumlah CTQ potensial	5

Perhitungan terhadap nilai DPMO dan nilai *sigma* akan dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Tingkat } Defect = \frac{\text{jumlah produk } defect}{\text{jumlah produksi}}$$

$$\text{Tingkat } Defect = \frac{250.018}{8.922.616}$$

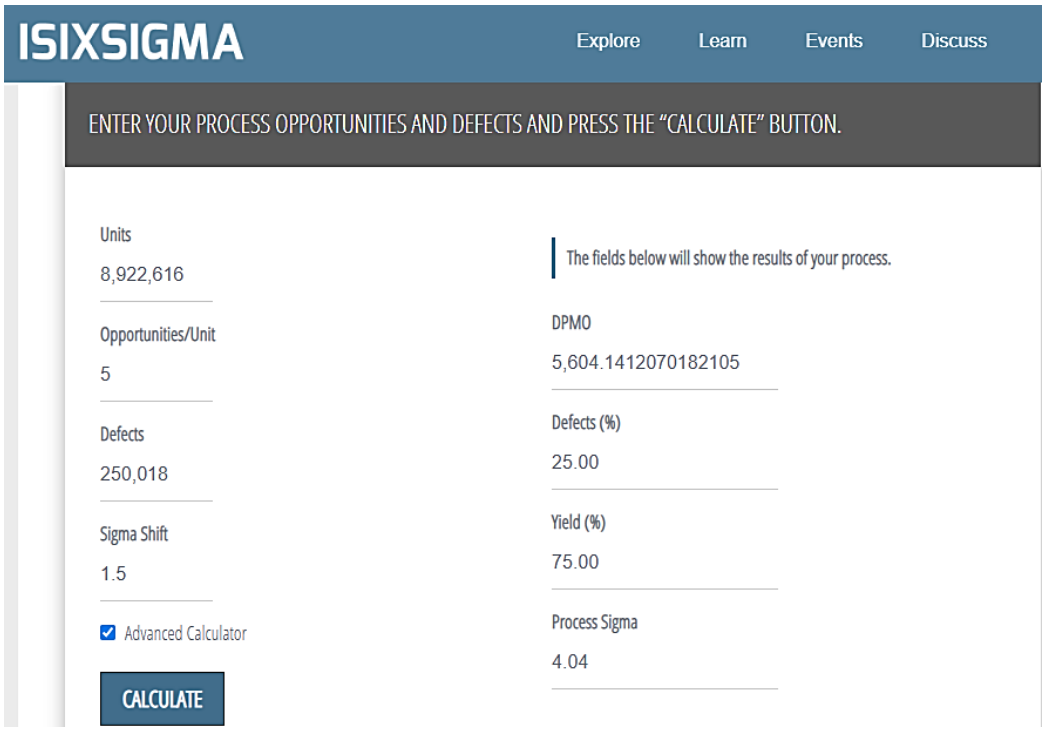
$$\text{Tingkat } Defect = 0{,}028$$

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{\text{jumlah } defect \times 1.000.000}{\text{jumlah produksi} \times \text{CTQ}}$$

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{250.018 \times 1.000.000}{8.922.616 \times 5}$$

$$\text{Nilai DPMO} = 5604{,}141$$

Nilai *sigma* dihitung dengan kalkulator *sigma* berikut ini.



Gambar 4. 7 Perhitungan Nilai *Sigma* Menggunakan Kalkulator *Sigma* (*isixisgma.com*)

Gambar 4.7 menunjukkan perhitungan nilai sigma untuk *defect* pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Informasi pada Tabel 4.4 memperlihatkan bahwa nilai *sigma* yang didapatkan sebesar 4,04. Nilai ini merupakan nilai *sigma* yang dibutuhkan perbaikan untuk meningkatkan nilai *sigma*nya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas perusahaan melalui upaya perbaikan yang dilakukan.

BAB 5
ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini merupakan tahap analisis dan interpretasi data yang terdiri dari tahap *Analyze* dan tahap *Improve*. Pada tahap *Analyze* menjelaskan mengenai analisis terhadap perhitungan kapabilitas proses yaitu perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan *sigma*, analisis penyebab *defect* dengan *Root Cause Analysis* (RCA) dan analisis kegagalan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Untuk tahap *Improve* menjelaskan mengenai pembuatan alternatif perbaikan sesuai akan permasalahan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari FMEA.

5.1 Tahap *Analyze*

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap perhitungan kapabilitas proses yaitu perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan *sigma*, analisis penyebab *defect* dengan *Root Cause Analysis* (RCA) dan analisis kegagalan dengan FMEA.

5.1.1 Analisis Perhitungan Nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) Serta Nilai *Sigma* dan Jenis-Jenis *Defect*

Pada tahap ini analisis dilakukan terhadap perhitungan nilai *defect per million opportunity* (DPMO) dan nilai *sigma*. Perhitungan nilai DPMO dilakukan dengan mengalikan jumlah *defect* dengan 1.000.000 kemudian dibagi dengan perkalian antara jumlah unit yang diproduksi dengan jumlah *critical to quality* (CTQ). Nilai DPMO yang telah didapatkan akan dikonversi menjadi nilai *sigma* menggunakan kalkulator *sigma*. *Sigma* menunjukkan standar deviasi proses yang mengukur jumlah variasi atau persebaran rata-rata proses. Nilai *sigma* menunjukkan seberapa sering cacat yang terjadi pada suatu proses. Semakin tinggi nilai *sigma* menunjukkan kecilnya toleransi cacat yang terjadi sehingga kapabilitas proses semakin tinggi atau proses tersebut dikatakan semakin baik. Hal tersebut diimplementasikan pada contoh berikut jika jumlah cacat yang terjadi semaking tinggi maka nilai *sigma* yang terjadi akan semakin menurun.

Pada perhitungan konversi nilai DPMO menjadi nilai *sigma* pada sub bab 4.2.2 didapatkan bahwa nilai *sigma* pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram pada PT. Jerigen adalah 4,04. Sedangkan nilai sigma yang baik bernilai 6 dimana perusahaan merupakan perusahaan yang mampu meminimalkan variasi cacat pada produksi dengan angka yang sekecil-kecilnya. Dengan nilai *sigma* 4,04 tersebut menunjukkan bahwa proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram pada PT. Jerigen masih memerlukan *improvement* karena *defect* Jerigen 5 Liter 180 gram yang terdapat pada PT. Jerigen sebesar 25% dari total produksi yang dilakukan. Adanya *defect* menyebabkan kerugian perusahaan dalam biaya produksi yang meningkat dalam memperbaiki proses produksi untuk menghasilkan kualitas produk Jerigen 5 Liter 180 gram yang sesuai dengan standar perusahaan. Adapun komponen biaya yang terlibat dalam biaya produksi diantaranya biaya bahan baku plastik, biaya energi, biaya tenaga kerja, biaya perawatan dan biaya operasional dan non operasional yang terlibat dalam produksi.

Pada penjelasan sub bab 4.1.4 mengenai jenis *defect* yang merupakan CTQ potensial serta pertimbangan hasil perhitungan menggunakan *Pareto Chart* yang terdapat pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram ada 5 jenis diantaranya yaitu gumpal, bintik hitam, tes drop pecah, transparan, dan bocor. *Defect* gumpal mempengaruhi sebesar 25,7 %, *defect* bintik hitam mempengaruhi sebesar 22,6 %, *defect* tes drop pecah mempengaruhi sebesar 16,7 %, *defect* transparan mempengaruhi sebesar 14,3 %, dan *defect* bocor juga berpengaruh terhadap sistem produksi sebesar 13,4 %. Presentase total jenis *defect* tersebut mempengaruhi 25% persen dari total *defect* yang terjadi pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Berikut ini merupakan analisis jenis-jenis *defect* potensial yang terjadi pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram.

Bintik hitam merupakan salah satu jenis *defect* berupa bintik-bintik berwarna hitam yang biasanya berada di sekitar badan Jerigen 5 Liter 180 gram. Bintik hitam dalam jumlah banyak menyebabkan lubang-lubang kecil dalam jangka waktu yang lama sehingga saat Jerigen 5 Liter 180 gram diisi cairan akan berkurang volumenya. Bintik hitam dapat dihasilkan dari proses dalam mesin *blow molding*. Jenis *defect* ini terjadi diakibatkan tekanan yang diberikan oleh mesin *blow molding* yang kurang sesuai sehingga membentuk bintik-bintik hitam

yang menempel di permukaan badan Jerigen. Jenis *defect* ini merupakan *defect* kritis yang sering terjadi pada produksi Jerigen dengan jumlah yang tinggi dan menyebabkan komplain dari konsumen perusahaan.

Gumpal, atau dalam istilah perusahaan disebut dengan "mentol" merupakan salah satu jenis *defect* berupa material plastik yang membentuk gumpalan di sekitar Jerigen 5 Liter 180 gram. Jenis *defect* gumpal ini biasanya disebabkan oleh proses yang terjadi pada mesin *blow molding*. Gumpal disebabkan oleh tekanan yang berlebihan dari mesin *blow molding* maupun proses pencetakan yang tidak sesuai bentuknya sehingga menimbulkan lelehan material plastik keluar dari cetakan dan mengeras membentuk gumpalan. Jenis *defect* ini memiliki jumlah *defect* paling tinggi sehingga menyebabkan retur dan komplain dari konsumen perusahaan.

Transparan, atau dalam istilah perusahaan disebut dengan "nerawang" merupakan salah satu jenis *defect* berupa tipisnya badan Jerigen 5 Liter 180 gram yang tidak sesuai dengan ketebalan standar yang ditetapkan perusahaan. Transparan dapat disebabkan oleh *setting* mesin yang kurang sesuai sehingga menghasilkan produksi yang tidak sesuai dengan standar. Jenis *defect* ini memiliki jumlah *defect* yang banyak diantara jenis-jenis *defect* kritis dan menyebabkan komplain dari klien perusahaan namun dapat juga dilakukan negosiasi perusahaan dengan konsumen perusahaan.

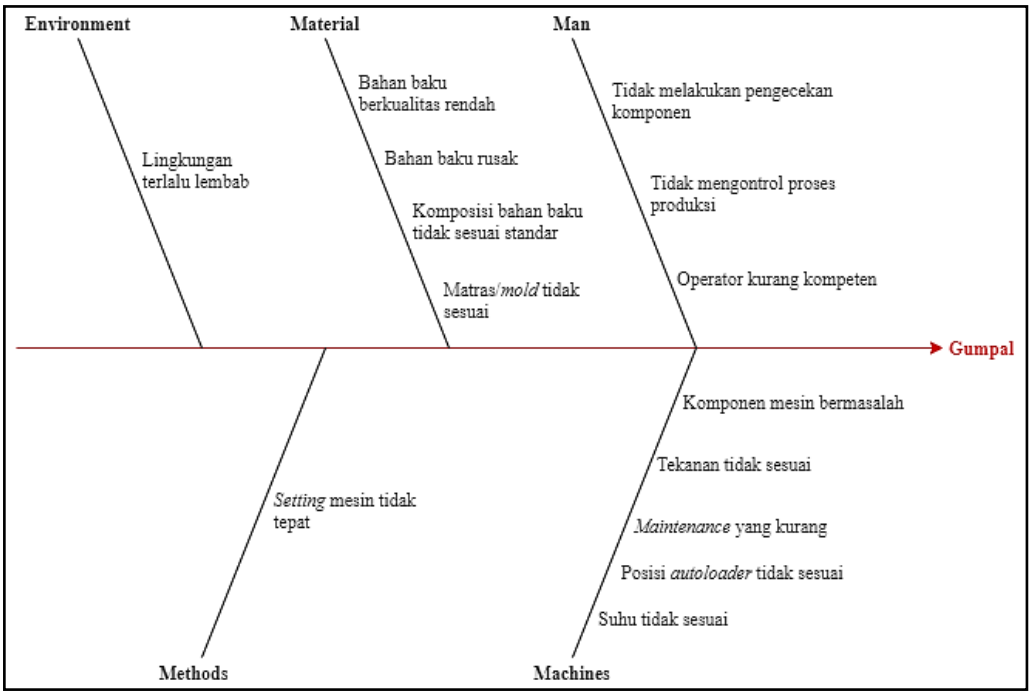
Tes drop pecah merupakan salah satu jenis *defect* berupa ketidakmampuan produk saat diberi tekanan sehingga menyebabkan Jerigen 5 Liter 180 gram pecah saat diuji coba dengan alat. Jenis *defect* ini biasanya disebabkan oleh *setting* dan proses mesin *blow molding*. *Defect* ini dapat diakibatkan oleh tekanan yang berlebihan dari proses mesin *blow molding* sehingga menyebabkan permukaan badan Jerigen 5 Liter 180 gram menjadi lebih tipis dan rapuh sehingga pada saat dilakukan tes drop maka Jerigen akan pecah berupa sobek pada permukaan badan Jerigen 5 Liter 180 gram. Jenis *defect* ini memiliki jumlah yang banyak dan biasanya setelah dilakukan tes akan dilakukan penggilingan karena produk dengan *defect* ini tidak mungkin dikirimkan ke konsumen perusahaan.

Bocor merupakan salah satu jenis *defect* berupa adanya lubang atau goresan yang terdapat pada badan Jerigen 5 Liter 180 gram. *Defect* ini menyebabkan cairan keluar dari Jerigen 5 Liter 180 gram. Bocor merupakan *defect* yang diakibatkan oleh tekanan yang terlalu tinggi pada saat proses *blow molding* serta kelalaian pada *setting* mesin. *Defect* ini menimbulkan goresan kecil maupun goresan panjang yang tidak terlihat jika tidak dilakukan tes dengan diisi hembusan udara maupun diisi cairan. Jenis *defect* ini merupakan *defect* dengan jumlah kecil yang menyebabkan komplain dari konsumen.

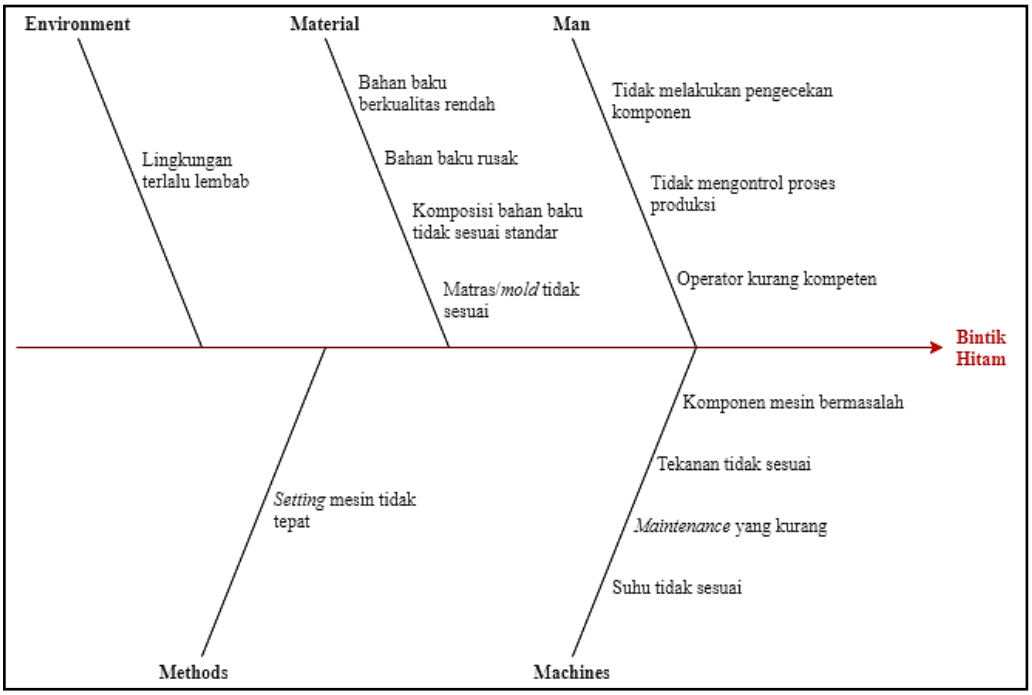
5.1.2 Analisis Penyebab *Defect* Dengan *Root Cause Analysis* (RCA)

Berdasarkan perhitungan *Pareto Chart* yang menunjukkan hasil jenis-jenis *defect* yang diutamakan untuk dilakukan perbaikan diantaranya yaitu *defect* gumpal, bintik hitam, tes drop pecah, transparan, dan bocor. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya jenis-jenis *defect* tersebut. Analisis yang digunakan untuk membantu mengidentifikasi penyebab *defect* dengan faktor-faktor tertentu menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) bernama *Fishbone Diagram* atau disebut dengan *Cause and Effect Diagram*. Didalam *Fishbone Diagram* dimana faktor yang menyebabkan terjadinya *defect* dapat dikategorikan menjadi lima jenis yaitu *man*, *machine*, *material*, *method*, dan *environment*. *Fishbone Diagram* menggambarkan hubungan antara masalah dengan semua faktor-faktor penyebab yang dapat menimbulkan masalah tersebut. Penyusunan *Fishbone Diagram* ini dilakukan dengan diskusi antara *expert* PT. Jerigen yaitu Manager Pabrik, staff *Quality Control*, dan operator *Maintenance* yang mengawasi produksi Jerigen 5 Liter 180 gram dan melakukan *maintenance* pada mesin. Pemilihan *expert* tersebut berdasarkan pertimbangan sebagai seseorang yang telah bekerja di PT. Jerigen lebih dari 4 tahun, telah melalui pelatihan, seminar, dan pengalaman pengawasan di lapangan lebih dari 3 tahun. Manajer Pabrik merupakan seorang yang memimpin pabrik produksi PT. Jerigen dan juga memahami dengan pasti hal-hal produksi Jerigen 5 Liter 180 gram baik dari proses pembuatan, utilitas, *tools*, peralatan kerja dasar, *safety*, perhitungan produksi, serta jenis-jenis *defect*. Untuk staff *Quality Control* dipilih berdasarkan pengalaman lapangan lebih dari 3 tahun yang mengetahui jenis-jenis *defect* produksi perusahaan, proses pembuatan,

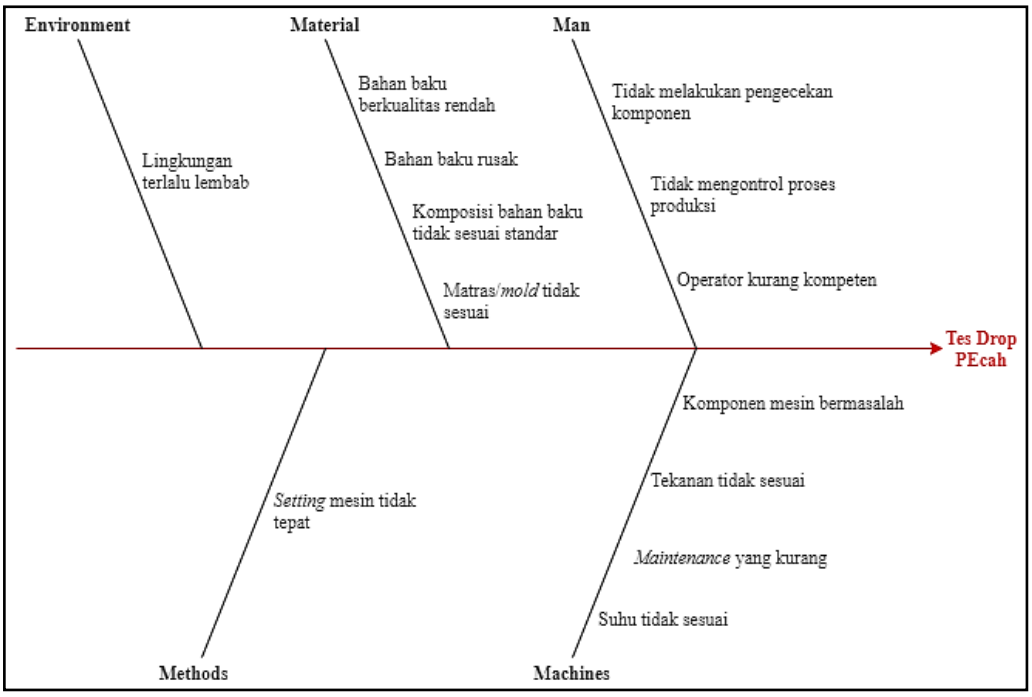
safety, dan komposisi bahan baku. Sedangkan untuk operator *Maintenance* dipilih berdasarkan pengalaman lapangan lebih dari 3 tahun yang mengetahui jenis-jenis *defect* produksi perusahaan, proses pembuatan, *safety*, serta permasalahan mesin dan *maintenance*.



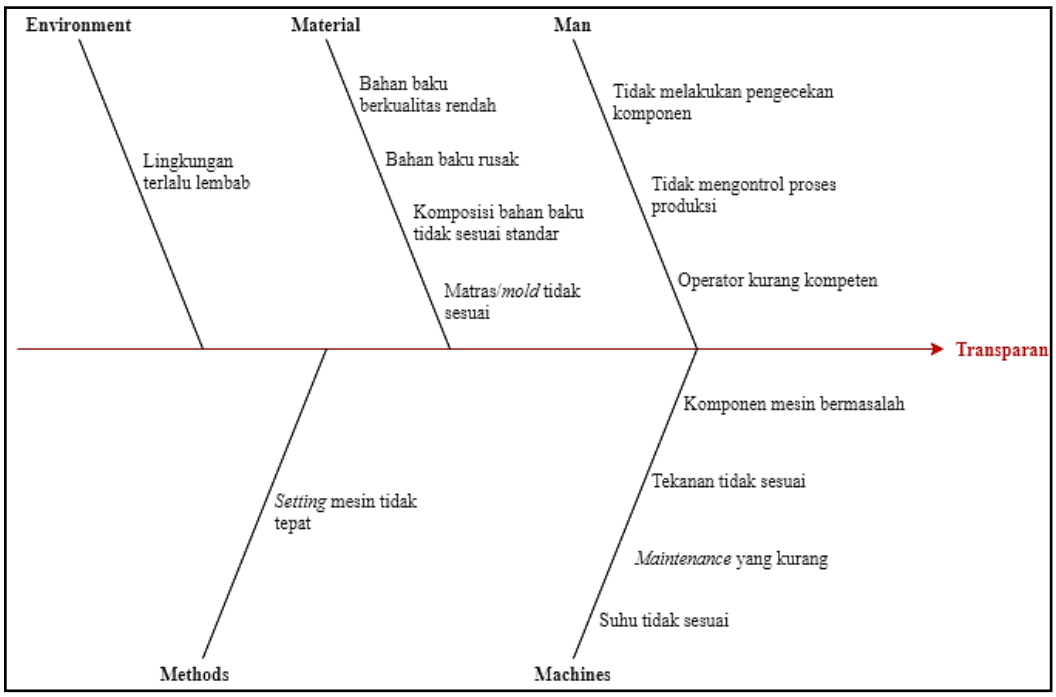
Gambar 5. 1 *Cause and Effect Diagram Defect* Gumpal



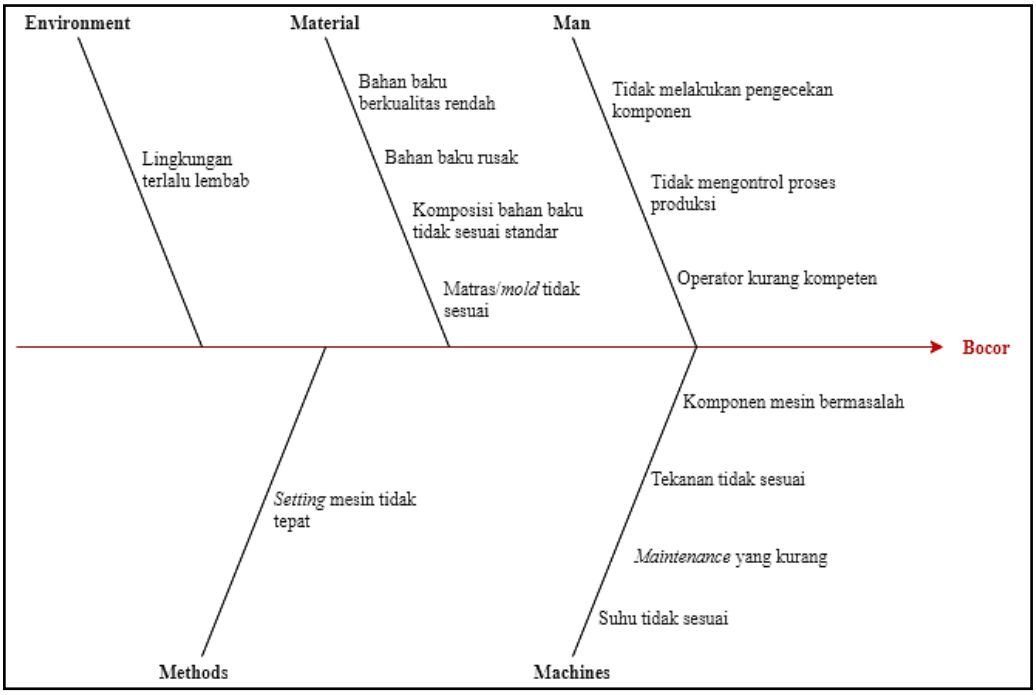
Gambar 5. 2 *Cause and Effect Diagram Defect* Bintik Hitam



Gambar 5. 3 *Cause and Effect Diagram Defect* Tes Drop Pecah



Gambar 5. 4 *Cause and Effect Diagram Defect* Transparan



Gambar 5. 5 *Cause and Effect Diagram Defect* Bocor

Gambar 5.1 hingga Gambar 5.5 tersebut menunjukkan *Cause and Effect Diagram* terhadap setiap jenis *defect* yang menjadi faktor penyebab *defect* dari lima jenis faktor penyebab yaitu *man*, *machine*, *material*, *method*, dan *environment*. Material bahan baku dan matras yang digunakan untuk proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram dengan menggunakan mesin *Blow Molding* berupa avalan, resin, dan bahan tambahan sudah melewati tahap inspeksi oleh bagian Gudang sehingga bahan baku yang digunakan dapat dikatakan sudah sesuai standar. Namun terkadang masih terdapat kelalaian dalam inspeksi bahan baku dan matras sehingga bahan baku yang digunakan berkualitas rendah atau menggunakan bahan campuran hasil giling untuk menekan biaya produksi sehingga hasil yang didapatkan tidak sesuai standar dan menyebabkan kelima jenis *defect* tersebut. Selain itu juga kelalaian terhadap bahan baku yang rusak seperti bahan baku tidak dalam bentuk sempurna, bahan baku terlalu lembab, perbandingan atau komposisi bahan baku yang digunakan tidak sesuai dengan standar yang digunakan untuk menghasilkan produk yang baik, serta pengecekan bahan matras dan kondisi matras pada mesin yang tidak dilakukan dengan baik yang menyebabkan hasil produk *defect*.

Untuk faktor *environment*, kondisi pada lantai produksi perusahaan menunjukkan bahwa lingkungan lantai produksi terlalu lembab, memiliki sirkulasi udara yang kurang, dan jarak antara mesin yang cenderung saling berdekatan. Hal tersebut menyebabkan udara terperangkap di sekitarnya yang dapat menganggu proses produksi dan berpengaruh terhadap hasil produksi yang sedikit lembab yang dapat menyebabkan kelima jenis *defect*. Jarak antar mesin yang saling berdekatan sebesar 3 meter tersebut dapat menyebabkan udara panas di sekitar mesin yang dapat menyebabkan terjadinya *defect*. Udara panas tersebut menyebabkan tingkat kelembaban di lantai produksi sangat tinggi sehingga kelembaban yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi sifat fisika dan kimia bahan baku sehingga bahan baku rusak atau saat bahan baku diproses akan menyebabkan masalah. Tingkat kelembaban tinggi juga mempengaruhi kinerja operator serta mempengaruhi proses-proses di dalam mesin yang dapat menyebabkan terjadinya permasalahan *defect*. Meskipun kebersihan lantai produksi sudah benar-benar dijaga sehingga sangat meminimalisir adanya partikel maupun debu yang mencemari bahan baku maupun lingkungan saat proses produksi.

Pada faktor *method*, faktor yang menyebabkan kelima jenis *defect* pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram yaitu *setting* mesin yang dilakukan tidak sesuai. *Setting* tersebut terkait suhu, tekanan, waktu di bagian *autoloader* dan sebagainya. *Setting* yang dilakukan tersebut sudah ada standar atau aturan tersendiri namun pada praktiknya masih sering terjadi ketidaksesuaian, dan dapat disebabkan oleh adanya permasalahan pada mesin baik komponen maupun *tools*.

Untuk faktor *man*, faktor yang menyebabkan kelima jenis *defect* diantaranya yaitu operator tidak melakukan pengecekan komponen, operator tidak mengontrol proses produksi dan operator kurang kompeten. Aktivitas pengecekan komponen dan kontrol proses produksi penting dilakukan oleh operator secara berkala yang bertujuan untuk mengetahui adanya variasi pada proses produksi maupun permasalahan pada komponen. Hal yang menyebabkan kelalaian operator yang tidak melakukan pengecekan komponen dan tidak mengontrol proses produksi yaitu terjadi penurunan motivasi kerja operator maupun rasa bosan yang menyebabkan kinerja operator kurang maksimal. Selanjutnya, faktor yang menyebabkan operator kurang kompeten yaitu pengalaman yang kurang dalam

mengoperasikan mesin *blow molding* sehingga permasalahan tidak dapat langsung segera diperbaiki.

Pada faktor mesin, yang menjadi penyebab adanya keempat *defect* bintik hitam, tes drop pecah, transparan, dan bocor yaitu komponen mesin bermasalah, tekanan tidak sesuai, suhu tidak sesuai dan *maintenance* yang kurang. Sedangkan penyebab *defect* gumpal diantaranya yaitu komponen mesin bermasalah, tekanan tidak sesuai, suhu tidak sesuai, posisi *autoloader* dan *maintenance* yang kurang. Mesin *Blow Molding* memiliki pengaturan dalam mesin dengan faktor-faktor tertentu agar mesin bekerja dengan baik diantaranya yaitu suhu dan tekanan. Suhu dan tekanan sebagai beberapa faktor yang penting dalam mempengaruhi proses pelelehan dan pembentukan bahan baku agar sesuai dengan matras atau *mold* sehingga suhu dan tekanan yang tidak sesuai standar akan berpengaruh pada produk yang dihasilkan. *Maintenance* yang kurang disebabkan tidak teraturnya pelaksanaan jadwal *preventive maintenance* yang telah ditetapkan oleh perusahaan setiap 2 jam. Tindakan *maintenance* yang kurang dapat disebabkan komponen mesin yang sering bermasalah dan waktu perbaikan komponen cukup lama sehingga untuk tetap memenuhi jadwal produksi menyebabkan tindakan *preventive maintenance* tidak dilakukan karena digantikan dengan tindakan *corrective maintenance*. Selain itu terdapat beberapa komponen mesin bermasalah sehingga membutuhkan perbaikan atau pergantian yang terkadang komponen mesin tersebut susah didapatkan di dalam negeri sehingga membutuhkan komponen mesin dari luar negeri. Hal tersebut dapat menganggu kelancaran proses produksi dan apabila komponen mesin tersebut tetap digunakan dengan perbaikan seadanya menyebabkan peningkatan jumlah *defect* yang terjadi. Ketepatan posisi *autoloader* dalam mesin juga berpengaruh terhadap hasil produksi. Apabila posisi *autoloader* tergeser sedikit saja menyebabkan lelehan bahan baku mengalir tidak menuju matras atau *mold*. Selain itu juga dapat menyebabkan aliran lelehan bahan baku terlambat mengisi *mold*. Hal ini dapat menyebabkan proses pemberian tekanan atau peniupan udara agar membentuk produk sesuai *mold* tidak terjadi dengan baik dan hasil produk akan membentuk gumpalan di sisi badan Jerigen 5 Liter 180 gram.

5.1.3 Analisis Akar Penyebab *Defect*

Analisis penyebab *defect* yang telah dilakukan dengan menggunakan *Fishbone Diagram* pada sub bab sebelumnya, maka selanjutnya dilakukan analisis lebih lanjut mengenai akar penyebab *defect* dengan menggunakan 5 *whys analysis*. Pada analisis ini dilakukan dengan mempertimbangkan *Fishbone Diagram*, literatur, dan permasalahan yang dapat terjadi pada mesin *blow molding*. Pertimbangan dari literatur-literatur tersebut akan digunakan sebagai bahan diskusi dengan pihak *expert* perusahaan yaitu Manajer Pabrik, Staff *Quality Control*, dan operator *Maintenance* yang memahami proses produksi dan permasalahan-permasalahan yang sering terjadi pada mesin *Blow Molding* untuk melakukan validasi teori dengan keadaan sebenarnya di perusahaan. Analisis akar penyebab *defect* juga dilakukan sesuai historis masalah mesin untuk mendapatkan akar penyebab terjadinya *defect*.

Penyebab terjadinya distribusi material yang tidak merata berdasarkan teori yaitu suhu yang tidak merata, desain *mold* yang tidak tepat, dan posisi *mold* yang tidak tepat. Distribusi material yang tidak merata ini menyebabkan terjadinya *defect*. Berdasarkan hasil diskusi dengan PT. Jerigen yaitu Manajer Pabrik, Staff *Quality Control*, dan operator *Maintenance* mengenai penyebab *defect* yang terjadi pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram bahwa distribusi material yang tidak merata disebabkan oleh posisi *mold* yang tidak tepat yang menyebabkan tekanan pada bagian-bagian disekitar mold seperti *air hose* dan *extruder* tidak dapat bekerja dengan baik untuk membentuk Jerigen 5 Liter 180 gram. Sedangkan desain *mold* yang ada pada mesin *Blow Molding* memiliki desain yang sudah sesuai dengan spesifikasi mesin. Untuk suhu yang tidak merata pada metode pengaturan mesin juga dapat menyebabkan distribusi material tidak merata yang menjadi penyebab terjadinya *defect*. Permasalahan suhu tidak merata ini disebabkan oleh *setting* temperatur yang tidak tepat.

Selain yang disebutkan mengenai penyebab *defect* pada *Fishbone Diagram*, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai kemungkinan penyebab lain dari permasalahan pada mesin *Blow Molding* yang memproduksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Kemudian hasil analisis dan diskusi tersebut dirumuskan dalam 5 *whys* terjadinya *defect* pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Berikut ini

merupakan analisis penyebab terjadinya *defect* gumpal, bintik hitam, tes drop pecah, transparan, dan bocor dengan menggunakan 5 *Whys*.

Tabel 5. 1 Akar Penyebab *Defect* Proses Produksi Jerigen 5 Liter Menggunakan 5 *Whys*

Main Problem	**Sub *Defect***	**Kategori**	***Why* 1**	***Why* 2**	***Why* 3**	***Why* 4**	***Why* 5**
Defect pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram	Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	*Material*	Variasi bahan baku	Bahan baku berkualitas rendah	Kelalaian inspeksi bahan baku		
				Bahan baku rusak	Penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai		
				Komposisi bahan baku tidak sesuai	Ketentuan komposisi yang berubah-ubah		
			Matras / *mold* yang tidak sesuai	Bahan baku *mold* yang tidak sesuai dengan bahan baku Jerigen			
	Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	*Man*	Material tidak terdistribusi rata	Tekanan tidak tepat	Tekanan pada *air hose* tidak tepat	Sensor *valve air hose* bermasalah	Tidak ada pengecekan rutin pada *valve air hose*, terdeteksi setelah terjadi kerusakan

Tabel 5. 1 Akar Penyebab *Defect* Proses Produksi Jerigen 5 Liter Menggunakan 5 *Whys* (Lanjutan)

Main Problem	**Sub *Defect***	**Kategori**	***Why* 1**	***Why* 2**	***Why* 3**	***Why* 4**	***Why* 5**
Defect pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram	Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	*Man*	Material tidak terdistribusi rata	Tekanan tidak tepat	Tekanan pada *extruder* tidak tepat	*Extruder* bermasalah	Tidak ada pengecekan rutin pada *extruder*, terdeteksi setelah terjadi kerusakan
			Pemotongan (*cutting*) kurang sempurna	Kurangnya pengetahuan terkait *cutting*	Kurangnya keterampilan/pengalaman dalam *cutting* secara manual		
			Lalai mengecek kondisi mesin dan spesifikasi produk	Kurangnya kewaspadaan operator			
				Tidak taat prosedur dan kesadaran operator			
		Method	Suhu tidak sesuai standar	Pemanasan bahan baku tidak rata	Suhu *heater* pada *autoloader* yang digunakan tidak tepat	Temperatur *autoloader* tidak stabil	*Setting* temperatur tidak tepat

Tabel 5.1 Akar Penyebab *Defect* Proses Produksi Jerigen 5 Liter Menggunakan 5 *Whys* (Lanjutan)

Main Problem	**Sub *Defect***	**Kategori**	***Why* 1**	***Why* 2**	***Why* 3**	***Why* 4**	***Why* 5**
Defect pada produk Jerigen 5 Liter 180 gram	Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	*Method*	Suhu tidak sesuai standar	Pendinginan prematur	Suhu pendingin pada mesin *blow molding* tidak sesuai	Temperatur suhu ruangan terlalu tinggi	Sirkulasi udara lantai produksi terlalu panas
			Terjadinya penumpukan berlebihan antar Jerigen	Pemindahan Jerigen dari mesin *blow molding* ke area inspeksi menggunakan *container*yang kecil			
	Gumpal	*Machine*	Mesin *blow molding* belum berfungsi optimal	*Setting* mesin tidak dilakukan sesuai SOP			
	Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor		Posisi *autoloader* tidak sesuai	Baut dan mur bermasalah	Posisi baut dan mur tidak sesuai		
			Posisi *blow pin* tidak sesuai	*Die hard* bermasalah	Tidak ada pengecekan rutin komponen di dalam *die hard*		
			Kondisi mesin yang kotor	Terdapat bahan baku yang mengotori bagian mesin			

Berdasarkan Tabel 5.1 yang menunjukkan akar penyebab *defect* dengan menggunakan 5 *Whys*, tabel tersebut disusun dengan mengelompokkan akar penyebab ke dalam lima faktor penyebab yaitu *material*, *man*, *machine*, *method* dan *environment*. Untuk faktor *environment* tidak diklasifikasikan secara rinci karena faktor tersebut telah berpengaruh terhadap empat jenis faktor yang lainnya. Misalnya pada penyebab suhu tidak standar menyebabkan pendinginan prematur, hal ini dapat dipengaruhi oleh sirkulasi udara pada lantai produksi yang terlalu panas akibat kinerja mesin, sehingga ketidakcocokan antara suhu mesin dan suhu lingkungan dapat menyebabkan terjadinya *defect*. Pengelompokkan berdasarkan faktor penyebab ini dilakukan untuk memudahkan analisis karena setiap jenis *defect* yang diprioritaskan dalam penelitian ini memiliki akar penyebab yang sama. Pada Tabel 5.1 menunjukkan 16 akar permasalahan penyebab terjadinya *defect* potensial yang digunakan pada penelitian ini. Berikut merupakan pengelompokan akar permasalahan penyebab *defect* secara garis besar yaitu:

1. Tidak ada pengecekan komponen mesin secara berkala yang dilakukan oleh operator. Sedangkan tindakan perbaikan yang dilakukan oleh operator maupun pihak perusahaan akan dilaksanakan setelah terjadi kerusakan pada komponen mesin dari produk yang dihasilkan.
2. *Setting* yang dilakukan tidak tepat atau dilakukan tidak sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang ditetapkan perusahaan. *Setting* yang tidak tepat dapat menyebabkan proses pada mesin tidak optimal serta menimbulkan terjadinya banyak *defect*. *Setting* pada bagian suhu mesin yang dilakukan juga dapat berpengaruh dengan sirkulasi udara yang ada pada lantai produksi.
3. Masih terdapat proses yang dilakukan secara manual. Proses yang manual berisiko tinggi menyebabkan banyak *defect* karena konsistensi pengerjaan proses yang dapat berubah diakibatkan kondisi tertentu. Dan juga pengaruh adanya ketidakterampilan atau belum kompetennya operator.
4. Kelalaian dalam inspeksi maupun kurangnya kesadaran operator. Kurangnya pengawasan maupun kesadaran dari operator dapat

menyebabkan *defect* yang terjadi menjadi lebih banyak, karena bahan baku, proses, mesin yang sedang beroperasi, hasil produk perlu dilakukan inspeksi.

5.1.4 Analisis Kegagalan Dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Analisis kegagalan dilakukan setelah mengetahui akar penyebab permasalahan yang dijelaskan pada sub bab 5.1.3. Pada tahap ini akan dilakukan penentuan akar penyebab permasalahan mana yang dilakukan perbaikan dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Pada FMEA akan dilakukan *ranking* menggunakan *Risk Priority Number* (RPN) pada setiap akar penyebab permasalahan. Angka RPN didapatkan dari hasil perkalian antara aspek tingkat keparahan yang ditimbulkan (*severity*), tingkat keseringan terjadinya (*occurence*), dan kemampuan mendeteksi kegagalan (*detection*). Nilai RPN menunjukkan mana *failure mode* dengan nilai RPN tertinggi yang menjadi penyebab *defect* kritis.

Penentuan nilai *severity*, *occurence*, dan *detection* dilakukan berdasarkan hasil diskusi setiap aspek dengan pihak *expert* PT. Jerigen yaitu Manajer Pabrik. Kriteria penentuan nilai tersebut mengacu pada skala *Severity*, *Occurence*, dan *Detection* (SOD) menurut *The Basic of FMEA* oleh McDermott tahun 2009. Namun penggunaan skala SOD telah disesuaikan dengan kriteria penilaian dan kondisi perusahaan berdasarkan diskusi dengan para *expert* dari perusahaan. Berikut ini merupakan *rating* skala dari setiap aspek SOD yang telah disesuaikan.

Tabel 5. 2 Penentuan *Rating Severity* Untuk Semua Jenis *Defect*

Severity (S)	
Keterangan	*Rating*
Very Low, kerugian akibat *defect* < 10%	1
Low, kerugian akibat *defect* 10% - 20%	2
Moderate, kerugian akibat *defect* 21% - 40%	3
High, kerugian akibat *defect* 41% - 60%	4
Very High, kerugian akibat *defect* >60%	5

Tabel 5.2 menunjukkan *rating Severity* untuk semua jenis *defect* pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram yang sebelumnya telah disesuaikan dengan diskusi pihak PT. Jerigen. Selanjutnya merupakan kriteria *rating Occurence* untuk semua jenis *defect* proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Penentuan Rating *Occurence* Untuk Semua Jenis *Defect*

Occurrence (O)	
Keterangan	*Rating*
Terjadi kurang dari 3 hari dalam satu bulan	1
Terjadi diantara 3 - 8 hari dalam satu bulan	2
Terjadi diantara 9 - 14 hari dalam satu bulan	3
Terjadi diantara 15 - 20 hari dalam satu bulan	4
Terjadi lebih dari 20 hari dalam satu bulan	5

Tabel 5.3 merupakan *rating Occurence* jenis *defect* pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram yang sebelumnya telah disesuaikan dengan diskusi pihak PT. Jerigen. Selanjutnya merupakan kriteria *rating Detection* untuk semua jenis *defect* proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram sebagai berikut.

Tabel 5. 4 Penentuan Rating *Detection* Untuk Semua Jenis *Defect*

Detection (D)	
Keterangan	*Rating*
Certain, pasti mendeteksi kegagalan	1
High, mudah mendeteksi kegagalan setelah kejadian	2
Moderate, mampu mendeteksi kegagalan setelah analisa lebih lanjut	3
Low, sulit mendeteksi kegagalan dan membutuhkan alat bantu	4
Remote, sangat sulit mendeteksi kegagalan	5

Tabel 5.4 merupakan *rating Detection* jenis *defect* pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram yang telah disesuaikan dengan diskusi pihak PT. Jerigen. Berikut ini merupakan analisis FMEA dan hasil nilai RPN terhadap masing-masing *failure mode*.

Tabel 5. 5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) *Defect* Pada Proses Produksi Jerigen 5 Liter

Potential Failure Mode	***Potential Effects***	**S**	***Potential Causes***	**O**	***Control***	**D**	**RPN**
Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	Variasi bahan baku	2	Kelalaian inspeksi bahan baku	2	Inspeksi sebelum proses produksi	4	16
	Material bahan baku rusak	4	Penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai	2	Mengorganisir penyimpanan bahan baku berdasarkan urutan datangnya bahan baku	4	32
	Hasil produk tidak sesuai standar	4	Ketentuan komposisi yang berubah-ubah	1	Membuat aturan komposisi bahan baku	4	16
	Hasil produk tidak sesuai standar	4	Bahan baku *mold* yang tidak sesuai dengan bahan baku Jerigen	1	Menentukan bahan baku *mold* yang sesuai	4	16
	Air hose terhambat dan tekanan tidak merata	2	Tidak ada pengecekan rutin pada *valve air hose*, terdeteksi setelah terjadi kerusakan	4	Melakukan penjadwalan pengecekan *air hose*	4	32
	Extruder bekerja dengan tekanan tidak merata	2	Tidak ada pengecekan rutin pada *extruder*, terdeteksi setelah terjadi kerusakan	4	Melakukan penjadwalan pengecekan *extruder*	4	32
	Jumlah produk *defect* bertambah	4	Kurangnya keterampilan/pengalaman dalam *cutting* secara manual	2	Pengawasan oleh QC / Manajer Pabrik	2	16

Tabel 5. 5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) *Defect* Pada Proses Produksi Jerigen 5 Liter (Lanjutan)

Potential Failure Mode	***Potential Effects***	**S**	***Potential Causes***	**O**	***Control***	**D**	**RPN**
Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	Terjadi masalah pada proses produksi	4	Kurangnya kewaspadaan operator	2	Pengawasan oleh QC / Manajer Pabrik	2	16
	Terjadi masalah pada proses produksi	4	Tidak taat prosedur dan kesadaran operator	2	Pengawasan oleh QC / Manajer Pabrik	2	16
	Terjadi masalah pada proses produksi	4	*Setting* temperatur tidak tepat	2	Aturan *setting* temperatur	4	32
	Suhu pendingin mesin terpengaruh dan lingkungan pengap	1	Sirkulasi udara lantai produksi terlalu panas	4	Mengurangi kerumunan	2	8
	Produk saling menumpuk sehingga tergores	3	Pemindahan Jerigen dari mesin *blow molding* ke area inspeksi menggunakan *container* yang kecil	4	Merubah metode penumpukan dengan lebih bijak	2	24
	Terjadi masalah pada proses produksi	4	*Setting* mesin tidak dilakukan sesuai SOP	2	Aturan *setting* mesin	4	32
Gumpal	Pergeseran posisi *autoloader*	4	Posisi baut dan mur tidak sesuai	2	Memperbaiki posisi atau mengencangkan posisi baut dan mur	4	32
Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	Pergeseran posisi *blow pin*	4	Tidak ada pengecekan rutin komponen di dalam *die hard*	4	Melakukan penjadwalan pengecekan *die hard*	4	64
	Hasil produk kotor atau tidak sesuai standar	4	Terdapat bahan baku yang mengotori bagian mesin	4	Membersihkan bagian mesin setiap selesai digunakan	3	48

Berdasarkan hasil *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang ditunjukkan pada Tabel 5.5 tersebut terdapat 16 *potential cause* atau akar penyebab permasalahan pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram yang dilakukan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan akar penyebab permasalahan mana yang akan dilakukan perbaikan. Prinsip nilai RPN adalah semakin besar nilai RPN maka penyebab kegagalan tersebut semakin kritis dan perlu dilakukan perbaikan. Dari perhitungan RPN yang telah dilakukan terdapat 8 akar penyebab permasalahan pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram yang akan dilakukan perbaikan. Pertimbangan pemilihan 8 akar penyebab permasalahan tersebut yaitu perhitungan rata-rata nilai RPN dari keseluruhan akar penyebab permasalahan kemudian dicari nilai RPN yang berada di atas nilai rata-rata RPN sebesar 27 sehingga didapatkan 8 jenis akar penyebab permasalahan yang perlu dilakukan perbaikan. 8 akar penyebab permasalahan tersebut yaitu penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai, tidak ada pengecekan rutin pada *valve air hose* dan *extruder* sehingga kegagalan baru terdeteksi setelah adanya kerusakan, *setting* temperatur yang tidak tepat, *setting* mesin tidak dilakukan sesuai SOP, posisi baut dan mur *autoloader* tidak sesuai, tidak ada pengecekan rutin komponen *blow pin* di dalam *die hard* dan terdapat bahan baku yang mengotori bagian mesin.

Dari hasil analisis FMEA, nilai *severity* tertinggi yaitu 4 yang terjadi pada 11 *potential effects*. Para *expert* PT. Jerigen menentukan nilai 4 untuk hampir semua *potential effects* disebabkan oleh *potential effects* tersebut sering terjadi dan menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi perusahaan yaitu sekitar 40% hingga 60%. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya *potential effects* tersebut sehingga berakibat pada banyaknya jenis-jenis *defect* yang terjadi. Sedangkan untuk nilai *occurence* tertinggi yaitu 4 pada 6 jenis *potential causes*. Keenam jenis *potential causes* tersebut sering terjadi dalam proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram yang dirangkum secara garis besar seperti tidak ada pengecekan komponen secara rutin, sirkulasi udara terlalu panas, *setting* mesin yang tidak sesuai dan bahan baku yang mengotori mesin. Sedangkan untuk nilai *detection* tertinggi dengan nilai 4 sebanyak 10 jenis.

Analisis hasil FMEA untuk 8 akar penyebab permasalahan yang menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram

sebagai berikut. Pada akar penyebab penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai memiliki nilai *severity* 4, *occurence* 2, dan *detection* 4. Arti nilai *detection* 4 dimana *control* yang dilakukan sulit untuk mendeteksi kegagalan, karena kontrol pendeteksi kegagalan dengan melihat *output*. Sehingga jika ditemukan *output* yang tidak sesuai dengan spesifikasi baru akan digunakan sebagai indikasi adanya kegagalan. Penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai menyebabkan bahan baku rusak seperti *gumpil* atau berbentuk tidak utuh, kadang bahan baku kotor sehingga apabila bahan baku tersebut digunakan tanpa melalui proses pengecekan dan pembersihkan terlebih dahulu dapat menyebabkan produk Jerigen 5 Liter mengalami kelima jenis *defect* tersebut. Berdasarkan diskusi dengan Manajer Pabrik dan *Quality Control* mengatakan bahwa bahan baku rusak sering terjadi beberapa kali dan menyebabkan kerugian yang lumayan besar karena perusahaan harus mengeluarkan tenaga, waktu dan biaya untuk memperbaiki bahan baku rusak tersebut, apabila masih bisa digunakan akan dilakukan pembersihan dan sortir. Namun apabila sudah tidak dapat digunakan maka perusahaan perlu mengganti dengan bahan baku yang baru.

Untuk akar penyebab tidak ada pengecekan rutin pada *valve air hose* sehingga kegagalan baru terdeteksi setelah adanya kerusakan memiliki nilai *severity* 2, *occurence* 4, dan *detection* 4. Sedangkan pada akar penyebab tidak ada pengecekan rutin pada *extruder* sehingga kegagalan baru terdeteksi setelah adanya kerusakan memiliki nilai *severity* 2, *occurence* 4, dan *detection* 4. Tingkat *severity* pada permasalahan ini cukup kecil dan *occurence* yang ada memiliki nilai yang besar. Peran *air hose* dan *extruder* pada mesin penting dalam memberikan tekanan dan mengalirkan bahan baku serta udara untuk proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Apabila tekanan yang diberikan tidak sesuai maka bentuk dari Jerigen 5 Liter akan berbeda dan menyebabkan terjadinya *defect*. Sehingga perlu dilakukan pengecekan terhadap komponen pada *air hose* dan *extruder*. Pengecekan rutin menurut keterangan pihak perusahaan penting dilakukan untuk mengetahui kondisi komponen pada mesin baik untuk bisa digunakan atau sedang terjadi masalah. Namun selama ini pengecekan komponen tidak dilakukan secara rutin oleh operator sehingga saat komponen bermasalah menyebabkan permasalahan pada proses produksi dan dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan.

Sedangkan permasalahan yang ditemukan pada komponen yang rusak baru dapat terdeteksi setelah terjadinya kegagalan produksi. Sedangkan untuk *detection* memiliki nilai 4 dimana *control* yang dilakukan sulit untuk mendeteksi kegagalan, karena kontrol pendeteksi kegagalan dengan melihat *output*. Sehingga jika ditemukan *output* yang tidak sesuai dengan spesifikasi baru akan digunakan sebagai indikasi adanya kegagalan.

Pada akar penyebab *setting* temperatur yang tidak tepat memiliki nilai *severity* 4, *occurence* 2, dan *detection* 4 dan akar penyebab *setting* mesin tidak dilakukan sesuai SOP memiliki nilai *severity* 4, *occurence* 2, dan *detection* 4. Tingkat *severity* pada permasalahan ini cukup besar dengan *occurence* yang cenderung kecil. Sedangkan untuk nilai *detection* memiliki nilai 4 dimana *control* yang dilakukan sulit untuk mendeteksi kegagalan, karena kontrol pendeteksi kegagalan dengan melihat *output*. Sehingga jika ditemukan *output* yang tidak sesuai dengan spesifikasi baru akan digunakan sebagai indikasi adanya kegagalan. *Setting* temperatur maupun *setting* mesin secara keseluruhan sangat berpengaruh terhadap hasil produksi. Ketidaksesuaian *setting* yang dilakukan menyebabkan hasil produk terpengaruh dan berakibat pada terjadinya *defect*. Temperatur yang digunakan pada produksi Jerigen 5 Liter harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan bahan baku mengalami leleh yang berlebihan sehingga dapat mempersulit pembentukan bentuk Jerigen 5 Liter sesuai *mold* yang ada. Dan jika terjadi kondisi tersebut, saat dilepas dari *mold* maka bentuk Jerigen 5 Liter terlihat tidak sesuai dengan bentuk standarnya. Untuk *setting* mesin diperlukan untuk menyiapkan mesin untuk melakukan produksi, sehingga apabila *setting* mesin tidak dilakukan sesuai ketentuan maka hasil produk Jerigen 5 Liter menjadi tidak sesuai dengan spesifikasinya.

Untuk akar penyebab posisi baut dan mur *autoloader* tidak sesuai memiliki nilai *severity* 4, *occurence* 2, dan *detection* 4. Tingkat *severity* pada permasalahan ini cukup besar dengan *occurence* yang cenderung kecil. Sedangkan untuk *detection* memiliki nilai 4 dimana *control* yang dilakukan sulit untuk mendeteksi kegagalan, karena kontrol pendeteksi kegagalan dengan melihat *output*. Sehingga jika ditemukan *output* yang tidak sesuai dengan spesifikasi baru

akan digunakan sebagai indikasi adanya kegagalan. Posisi baut dan mur pada *autoloader* penting untuk menjaga posisi *autoloader* tetap ditempat yang seharusnya. Pergeseran posisi *autoloader* dapat menyebabkan pencampuran komposisi bahan baku menjadi tidak rata dan dapat menyebabkan terjadinya masalah pada *output* produk. Karena *autoloader* sebagai tempat menampung dan mencampurkan bahan baku sebelum diteruskan ke bagian *screw* untuk melelehkan bahan baku yang akan diproses selanjutnya.

Kemudian akar penyebab tidak ada pengecekan rutin komponen *blow pin* di dalam *die hard* memiliki nilai *severity* 4, *occurence* 4, dan *detection* 4. Sedangkan untuk *detection* memiliki nilai 4 dimana *control* yang dilakukan sulit untuk mendeteksi kegagalan, karena kontrol pendeteksi kegagalan dengan melihat *output*. Sehingga jika ditemukan *output* yang tidak sesuai dengan spesifikasi baru akan digunakan sebagai indikasi adanya kegagalan. Komponen *blow pin* dalam proses produksi Jerigen 5 Liter berfungsi sebagai saluran yang mengalirkan udara bertekanan untuk membentuk Jerigen. Meskipun terletak di dalam mesin, namun posisi *blow pin* perlu diperhatikan karena posisi *blow pin* yang bergeser tidak sesuai posisi tepatnya akan menyebabkan udara bertekanan yang mengalir untuk membentuk produk menjadi tidak rata sehingga hasil produk akan mengalami perbedaan bentuk atau *defect*. Pihak perusahaan mengemukakan bahwa komponen *blow pin* ini jarang dilakukan pengecekan karena lebih berfokus pada masalah lain yang disebabkan oleh komponen yang biasa terdeteksi masalah.

Dan akar penyebab permasalahan bahan baku yang mengotori bagian mesin memiliki nilai *severity* 4, *occurence* 4, dan *detection* 3. *Detection* bernilai 3 dimana *control* yang dilakukan lumayan sulit untuk mendeteksi kegagalan, karena kontrol pendeteksi kegagalan dengan melihat *output*. Jika ditemukan *output* yang tidak sesuai dengan spesifikasi baru akan digunakan sebagai indikasi adanya kegagalan serta perlunya analisis lebih lanjut mengenai kegagalan tersebut. Bahan baku yang mengotori mesin dapat disebabkan oleh proses pencampuran yang tidak merata, proses pelelehan yang tidak merata maupun sisa bahan baku yang menempel di *mold* saat pembentukan produk. Bahan baku yang mengotori mesin dapat menempel pada proses produksi selanjutnya sehingga mengganggu proses produksi dan menimbulkan adanya *defect* produk Jerigen 5 Liter 180 gram.

5.2 Tahap *Improve*

Pada tahap ini akan dilakukan penjelasan mengenai pembuatan alternatif perbaikan sesuai akar permasalahan prioritas berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) serta memberikan estimasi target perbaikan yang dilakukan.

5.2.1 Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Pada analisis *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) yang dilakukan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) dalam menentukan akar penyebab permasalahan mana yang akan dilakukan perbaikan maka terdapat 8 akar penyebab permasalahan pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram yang akan dilakukan perbaikan. 8 akar penyebab permasalahan tersebut yaitu penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai, tidak ada pengecekan rutin pada *valve air hose* dan *extruder* sehingga kegagalan baru terdeteksi setelah adanya kerusakan, *setting* temperatur yang tidak tepat, *setting* mesin tidak dilakukan sesuai SOP, posisi baut dan mur *autoloader* tidak sesuai, tidak ada pengecekan rutin komponen *blow pin* di dalam *die hard* dan terdapat bahan baku yang mengotori bagian mesin. 8 jenis akar permasalahan tersebut akan dibuat alternatif perbaikan sebagai pertimbangan beberapa masukan untuk membantu PT. Jerigen mengurangi jumlah *defect* yang terjadi pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Penentuan alternatif perbaikan ini dilakukan dengan metode poka yoke sebagai metode yang membantu perusahaan untuk mencegah adanya permasalahan atau kegagalan pada proses. Berikut ini merupakan alternatif rekomendasi perbaikan yang dibuat untuk mengatasi 8 akar penyebab permasalahan *defect* tersebut.

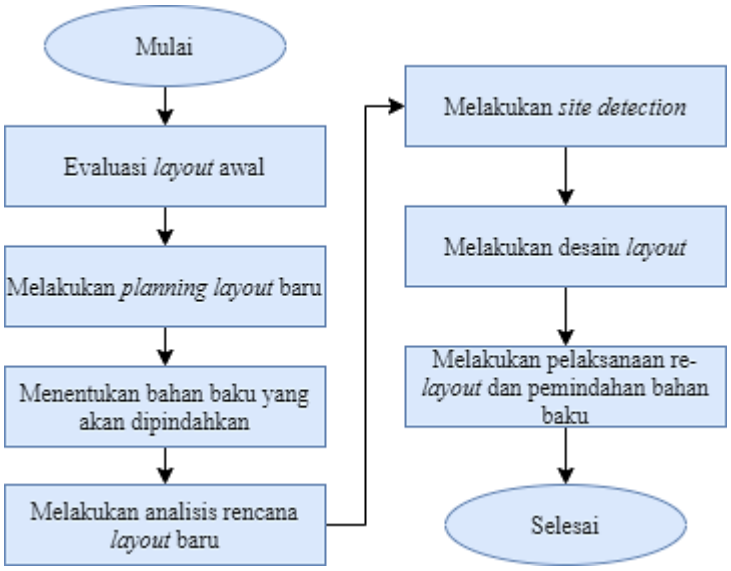
5.2.1.1 Perbaikan pada Sistem dan Manajemen Produksi

Manajemen produksi dan operasi merupakan serangkaian aktivitas yang mengatur dan mengkoordinasikan penggunaan sumber-sumber daya berupa sumber daya manusia, alat, bahan, serta biaya yang dilakukan secara efektif dan efisien untuk menciptakan dan menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 2008). Tujuan dari perbaikan pada sistem dan manajemen produksi yaitu untuk

mengelola dan mengatur operasional dalam sistem produksi perusahaan menjadi lebih efektif dan efisien, berikut kegiatan yang dapat dilakukan:

1. Mengatur penyimpanan bahan baku dengan tata letak (*layout*) yang tepat

Ketepatan penyimpanan bahan baku penting dilakukan untuk menjaga kualitas bahan baku tetap baik sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Bahan baku yang disimpan tanpa perlindungan maupun penggolongan tertentu berdasarkan karakteristik bahan akan mengganggu sifat fisik maupun kimia dari bahan baku tersebut. *Layout* bahan baku yang dilakukan perusahaan belum rapi sehingga menyebabkan terjadinya peletakan jenis-jenis bahan baku secara sembarangan. Perancangan *layout* baru untuk bahan baku disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan. Berikut ini merupakan model konseptual untuk perbaikan *layout* yang diusulkan.



Gambar 5. 6 Mekanisme Rancangan Perbaikan *Layout*

Gambar 5.6 tersebut menunjukkan mekanisme rancangan perbaikan *layout* yang dilakukan dengan evaluasi *layout* awal, kemudian menentukan bahan baku dan menganalisis data-data mengenai bahan baku dan sifat-sifatnya. Selanjutnya dilakukan analisis rencana *layout* baru dan melakukan *site detection* untuk melihat kondisi area bahan baku lalu menentukan desain *layout* yang efektif, kemudian melakukan re-*layout* sesuai pertimbangan desain yang telah ditentukan.

2. Memberikan pelatihan yang memadai, insentif, dan *reward* prestasi untuk meningkatkan semangat kerja karyawan

Berdasarkan diskusi yang dilakukan dengan bagian *Human Resource* perusahaan, PT. Jerigen hanya mengadakan pelatihan untuk semua karyawan selama satu kali tiap tahunnya dan pihak perusahaan mengeluhkan bahwa karyawan tidak terlalu menaruh perhatian terhadap kondisi perusahaan. Sedangkan pelatihan sendiri dapat digunakan sebagai media perusahaan untuk meningkatkan kinerja karyawan dalam hal keahlian dan ketelitian untuk melatih keterampilan mengoperasikan mesin, menghilangkan *scrap* dengan baik, membantu mendeteksi dan menganalisis permasalahan yang terjadi, menangani permasalahan dengan tindakan yang tepat. Sedangkan pemberian insentif maupun *reward* prestasi sebagai bentuk apresiasi perusahaan atas kinerja luar biasa yang dilakukan karyawan. *Reward* merupakan sesuatu yang diharapkan secara positif sebagai hasil dari tindakan yang telah dilakukan (McCoy, 1992). Hal yang dianggap positif tersebut seharusnya bermanfaat bagi penerima. Sehingga jika *reward* dianggap positif harus memenuhi kebutuhan bagi karyawan. *Reward* dapat diwujudkan dalam bentuk insentif atau bonus. Untuk dapat meningkatkan motivasi kerja karyawan sehingga performansi meningkat maka pemberian insentif sekurang-kurangnya sebesar 20% dari gaji dasar (Wignjosoebroto, 2006). Sehingga untuk menghitung besarnya insentif karyawan di PT. Jerigen harus mengetahui gaji dasar karyawan PT. Jerigen. Namun karena gaji merupakan data *confidential* maka diasumsikan gaji dasar karyawan mengikuti UMK berada yaitu di Surabaya sesuai Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 188/568/KPTS/013/2019. Diketahui UMK Surabaya sebesar Rp. 4.200.479,19 sehingga insentif karyawan sekurang-kurangnya 20% x Rp 4.200.479,19 yaitu sebesar Rp. 840.095,84. Adanya apresiasi ini diharapkan mampu membantu meningkatkan motivasi dan mendorong kinerja karyawan lebih baik. Selain itu juga perusahaan mengharapkan dengan adanya pelatihan maupun apresiasi ini maka karyawan akan melakukan kerja dengan efektif dan efisien dan memenuhi kualitas yang ditetapkan. Apabila terjadi ketidaksesuaian kinerja maka perusahaan dapat memberikan konsekuensi atau *punishment* yang adil untuk meningkatkan

kesadaran karyawan dalam bekerja. Baik dalam bentuk peringatan lisan, tertulis, cuti, pengurangan gaji hingga pemutusan hubungan kerja.

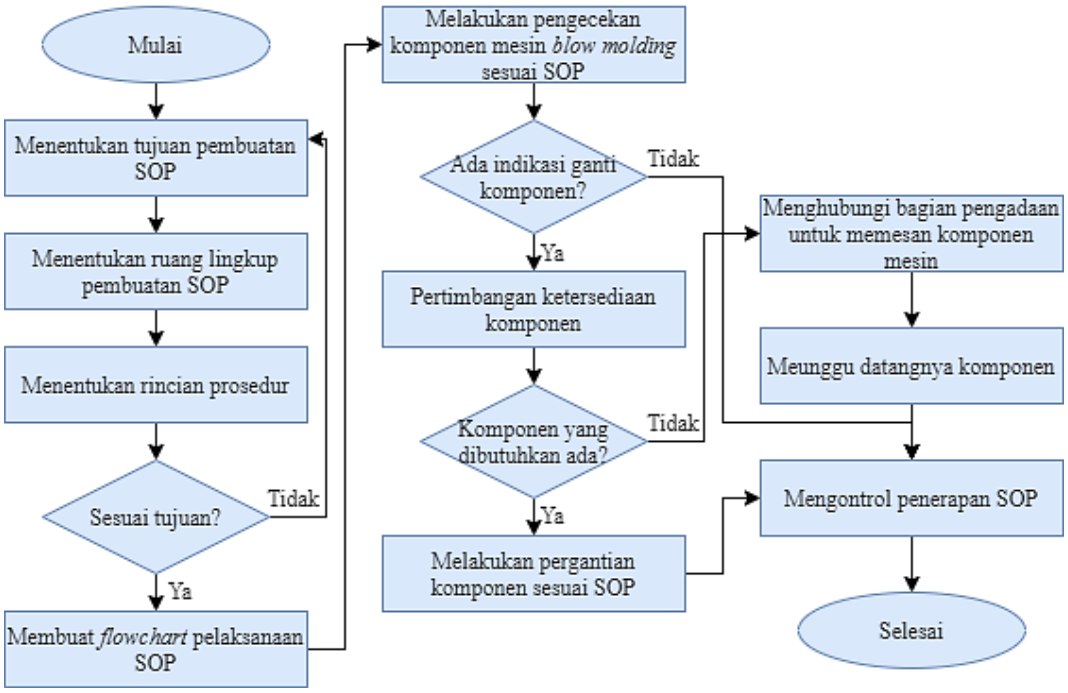
5.2.1.2 Perbaikan pada Sistem Inspeksi dan Pemeliharaan

Tujuan dari perbaikan pada sistem inspeksi dan pemeliharaan yaitu untuk mengelola dan menjaga fasilitas dan peralatan produksi dalam kondisi yang baik unruk dapat melaksanakan proses produksi lebih efektif dan efisien, berikut kegiatan yang dapat dilakukan:

1. Melakukan pengecekan rutin terhadap komponen-komponen mesin dan melakukan perbaikan yang diperlukan

Pengecekan yang dilakukan secara rutin perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi dari komponen-komponen mesin. Menurut operator *maintenance* pengecekan komponen-komponen mesin tidak dilakukan secara berkala karena tidak terdapat *Standard Operating Procedure* (SOP) penggunaan mesin, sehingga perlu dibuat SOP untuk penggunaan mesin sehingga dapat melakukan pengecekan dan pengaturan lain pada mesin secara berkala. Pengecekan tersebut dapat dilakukan dalam sehari satu kali sebelum melakukan *set up* mesin. Tindakan ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *breakdown* mesin yang disebabkan oleh komponen mesin yang rusak seperti aus, kotor maupun berkarat. Jika ditemukan komponen mesin yang kotor maka operator dapat langsung membersihkan komponen mesin dengan alat tertentu agar tidak mengganggu mesin dalam memproduksi Jerigen 5 Liter. Jika ditemukan komponen mesin yang sudah aus atau berkarat maka dapat dilakukan penggantian komponen mesin agar komponen pada mesin dapat bekerja dengan maksimal. Pengecekan secara rutin ini juga perlu koordinasi antara *Quality Control* (QC) dengan operator *maintenance* dengan mengatur jadwal yang dapat mencakup keseluruhan tanpa menganggu proses produksi. Koordinasi yang terjalin juga perlu dilakukan *reminder* kepada staff QC dan operator *Maintenance* lain untuk tepat waktu dalam melakukan pengecekan untuk meminimalisir permasalahan yang akan terjadi. Selain itu juga pemberian tanda atau peringatan yang jelas mengenai rentang tekanan yang seharusnya digunakan untuk mesin beroperasi untuk memudahkan operator dalam menyesuaikan tekanan. *Setting* pada mesin

untuk ukuran waktu, tekanan, dan sebagainya perlu dilakukan dokumentasi secara berkala. Tindakan ini untuk mempermudah analisis dalam variasi material, kelembaban dan parameter kontrol suhu dan sebagainya secara relevan. Berikut ini merupakan model konseptual untuk melakukan pengecekan secara rutin pada mesin.



Gambar 5. 7 Mekanisme Perbaikan dalam Pengecekan Berkala

2. Melakukan pencatatan kondisi mesin dan pembersihan bagian-bagian mesin secara berkala

Pencatatan kondisi mesin dilakukan untuk mengetahui kondisi mesin berdasarkan pengecekan yang dilakukan, mengetahui komponen-komponen mana yang mengalami masalah dan seberapa sering komponen tersebut bermasalah. PT. Jerigen sebenarnya sudah memiliki pencatatan tersendiri terhadap kondisi mesin. Namun pencatatan yang dilakukan tidak terlaksana dengan baik dan *form* yang dibuat sangat rumit sehingga sulit untuk melakukan analisis. Dengan adanya *form* pencatatan yang dibuat sederhana, perusahaan dapat menentukan kapan dilakukan perawatan dan kapan dilakukan penggantian untuk masing-masing komponen. Selain itu juga pembersihan komponen mesin secara berkala penting dilakukan untuk mencegah adanya partikel asing yang mengkontaminasi komponen mesin

sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan pada komponen mesin serta menempelnya benda asing pada bagian mesin dapat menyebabkan terganggunya proses produksi dan hasil produk menjadi tidak sesuai dengan spesifikasi. Pembersihan yang dilakukan oleh PT. Jerigen terhadap komponen mesin jarang dilakukan sehingga setelah terjadinya permasalahan terkadang baru terdeteksi bahwa bagian mesin atau komponen mesin mengalami kerusakan dan kotor. Adapun tampilan *form* usulan yang digunakan untuk perbaikan ini terdapat pada Lampiran 2.

3. Membuat sistem *full inspection* terhadap bahan baku, mesin maupun produk jadi

Sistem *full inspection* dilakukan untuk melakukan inspeksi secara mendetail terhadap komponen sekecil apapun serta mencegah terjadinya permasalahan yang akan datang. Penerapan *full inspection* harus dijadwalkan dengan berkala untuk mengecek bahan baku, mesin maupun produk jadi. PT. Jerigen kurang tanggap dalam hal *full inspection* ini sehingga perlu dilakukan pembiasaan.

5.2.2 Estimasi Target Perbaikan

Berdasarkan analisis akar penyebab permasalahan prioritas dibuat 2 jenis perbaikan dengan total 6 usulan alternatif perbaikan. Usulan alternatif rekomendasi perbaikan yang dibuat sebelumnya telah dilakukan diskusi dengan PT. Jerigen dan perusahaan menanggapi dengan baik untuk mempertimbangkan perbaikan tersebut dalam membantu mengurangi jumlah *defect* akibat permasalahan yang terjadi pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Pihak PT. Jerigen mengemukakan bahwa rekomendasi perbaikan tersebut dapat dipertimbangkan untuk dilakukan karena operator-operator yang bertanggung jawab dalam proses produksi Jerigen 5 Liter 180 masih melakukan kelalaian dalam hal pencatatan, pengecekan, *setting*, pembersihan mesin dan produk maupun penyimpanan bahan baku. Selanjutnya alternatif perbaikan tersebut dilakukan penentuan estimasi target perbaikan yang ditentukan dengan diskusi pihak perusahaan. Berikut merupakan estimasi target perbaikan pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram.

Tabel 5. 6 Estimasi Perbandingan Kondisi Awal dan Perbaikan Jumlah *Defect*

No	Jenis Defect Jerigen 5 Liter 180 gram	Jumlah Kondisi Awal	Jumlah Estimasi Perbaikan	Selisih Penurunan
1	Bintik Hitam	61083	41947	19136
2	Gumpal	69396	52175	17221
3	Tes Drop Pecah	44938	32612	12326
4	Bocor	36113	30539	5574
5	Transparan	38488	29618	8870
Total		**250018**	**186891**	

Tabel 5.6 menunjukkan perbandingan antara jumlah *defect* pada kondisi awal produk Jerigen 5 Liter 180 gram dengan jumlah estimasi saat dilakukan perbaikan. Penentuan pada penurunan dengan angka-angka tersebut dilakukan melalui diskusi dengan pihak *expert* PT. Jerigen. Perolehan angka-angka penurunan jumlah *defect* pada tiap jenis *defect* dilakukan berdasarkan diskusi dengan PT. Jerigen dengan melihat data-data historis jumlah produksi, jumlah *defect*, dan perubahan dari tindakan yang pernah dilakukan perusahaan untuk mengatasi *defect* sehingga didapatkan angka 15% hingga 30% yang dikehendaki dan diperhitungkan agar terjadi penurunan jumlah *defect*. Sehingga diharapkan bahwa alternatif rekomendasi perbaikan yang telah dibuat dapat membantu menurunkan sekitar 15% hingga 30% dari jumlah *defect* tersebut apabila perusahaan melakukan semua tindakan-tindakan perbaikan dan dilakukan dengan secara berkala dan tepat.

Tabel 5. 7 Estimasi Jumlah *Defect* Setelah Perbaikan

No	Jenis Defect Jerigen 5 Liter 180 gram	Jumlah
1	Bintik Hitam	41947
2	Gumpal	52175
3	Tes Drop Pecah	32612
4	Bocor	30539
5	Transparan	29618
Total		**186891**

Tabel 5.7 menunjukkan estimasi jumlah *defect* yang diharapkan setelah dilakukan perbaikan berdasarkan alternatif perbaikan yang telah dibuat.

Tabel 5. 8 Perhitungan Nilai *Sigma* Setelah Perbaikan

No	Keterangan	Nilai
1	Jumlah Jerigen 5 Liter yang diproduksi	8922616
2	Target perbaikan Jumlah Jerigen 5 Liter yang *defect*	186891
3	Jumlah CTQ potensial	5

Perhitungan terhadap nilai DPMO dan nilai *sigma* untuk estimasi perbaikan akan dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Tingkat } Defect = \frac{186.891}{8.922.616}$$

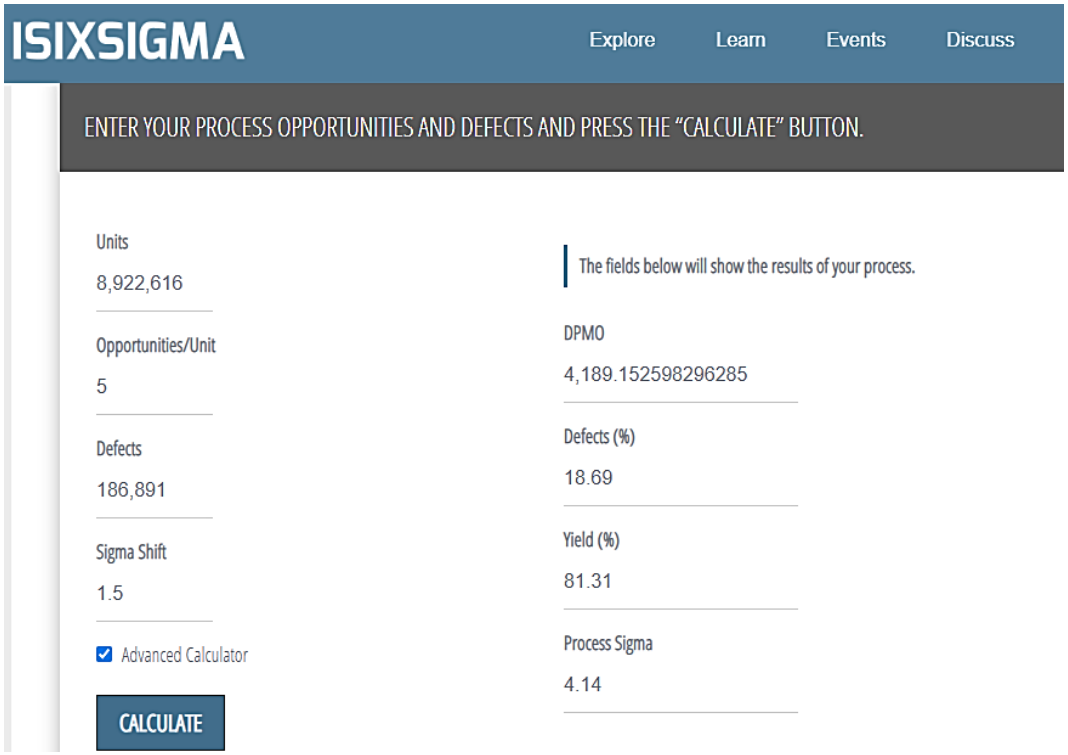
$$\text{Tingkat } Defect = 0{,}0209$$

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{\text{jumlah } defect \times 1.000.000}{\text{jumlah produksi} \times \text{CTQ}}$$

$$\text{Nilai DPMO} = \frac{186.891 \times 1.000.000}{8.922.616 \times 5}$$

$$\text{Nilai DPMO} = 4189{,}15$$

Selanjutnya merupakan perhitungan target perbaikan nilai *sigma* dengan menggunakan kalkulator *sigma* berikut.



Gambar 5. 8 Perhitungan Target Perbaikan Nilai *Sigma* dengan Kalkulator *Sigma* (*isixsigma.com*)

Berdasarkan Gambar 5.6 diatas menunjukkan bahwa estimasi target perbaikan nilai DPMO sebesar 4189,15 dengan target perbaikan nilai *sigma* sebesar 4,14. Sedangkan kondisi awal perusahaan memiliki nilai DPMO sebesar 5604,141 dan nilai *sigma* perusahaan sebesar 4,04. Sehingga diharapkan dengan diterapkannya seluruh alternatif perbaikan yang diusulkan terjadi peningkatan nilai *sigma* sebesar 0,1.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini merupakan tahap kesimpulan dan saran yang bertujuan untuk memberikan poin-poin inti yang menjawab tujuan dari penelitian dan memberikan masukan-masukan untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis hasil dari CTQ (*critical to quality*) dan pertimbangan perhitungan menggunakan *Pareto Chart* bahwa jenis-jenis *defect* yang sering terjadi dan memiliki dampak terbesar pada produksi Jerigen 5 Liter 180 gram ada 5 jenis yaitu *defect* gumpal sebesar 25,7 %, *defect* bintik hitam sebesar 22,6 %, *defect* tes drop pecah sebesar 16,7 %, *defect* transparan sebesar 14,3 %, dan *defect* bocor juga berpengaruh terhadap sistem produksi sebesar 13,4 %.
2. Berdasarkan perhitungan nilai *sigma* level dari proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram didapatkan nilai *sigma* perusahaan sebesar 4,04 dengan jumlah DPMO sebesar 5604,141.
3. Berdasarkan hasil FMEA didapatkan 16 akar penyebab terjadinya *defect* proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Namun berdasarkan nilai RPN terdapat 8 akar penyebab permasalahan dengan nilai RPN paling tinggi yang akan dilakukan perbaikan. Hal yang menjadi pertimbangan untuk dilakukan perbaikan yaitu nilai RPN diatas rata-rata sebesar 27. 8 akar penyebab permasalahan tersebut yaitu penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai, tidak ada pengecekan rutin pada *valve air hose* dan *extruder* sehingga kegagalan baru terdeteksi setelah adanya kerusakan, *setting* temperatur yang tidak tepat, *setting* mesin tidak dilakukan sesuai SOP, posisi baut dan mur *autoloader* tidak sesuai, tidak ada pengecekan rutin komponen *blow pin* di dalam *die hard* dan terdapat bahan baku yang mengotori bagian mesin.

4. Rekomendasi yang diusulkan untuk menurunkan tingkat *defect* yang terjadi pada PT. Jerigen untuk produk Jerigen 5 Liter 180 gram antara lain melakukan pengecekan rutin terhadap komponen-komponen mesin dan melakukan perbaikan yang diperlukan, melakukan pencatatan kondisi mesin dan pembersihan bagian-bagian mesin secara berkala, membuat sistem *full inspection* terhadap bahan baku, mesin maupun produk jadi, mengatur penyimpanan bahan baku dengan tata letak (*layout*) yang tepat, serta memberikan pelatihan yang memadai, insentif, dan *reward* prestasi untuk meningkatkan semangat kerja karyawan.

   Penentuan target perbaikan dilakukan dengan diskusi pihak PT. Jerigen dengan perbandingan kondisi awal memiliki nilai DPMO sebesar 5604,141 dengan nilai *sigma level* sebesar 4,04 dan estimasi apabila perbaikan diterapkan akan menghasilkan nilai DPMO sebesar 4189,15 dengan nilai *sigma level* sebesar 4,14. Jadi, diharapkan terjadi peningkatan nilai *sigma* sebesar 0,1 *sigma* apabila rekomendasi perbaikan diterapkan secara keseluruhan.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan penulis untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.

6.2.1 Saran untuk Perusahaan

Saran yang dapat diberikan diberikan pada perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya melakukan pencatatan jenis-jenis *defect* dengan baik secara berkala pada setiap harinya untuk membuat *improvement* kedepannya serta memudahkan analisis data.
2. Perusahaan sebaiknya melakukan standarisasi penamaan *defect* dengan istilah yang umum digunakan dan mudah dipahami.
3. Perusahaan melakukan perhitungan nilai *sigma* secara berkala untuk mengetahui kondisi perusahaan secara kontinu.

4. Perusahaan perlu menerapkan perbaikan secara terus menerus untuk memperbaiki permasalahan sehingga dapat meningkatkan kualitas perusahaan.

6.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Saran yang diberikan untuk penelitian yang dilakukan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penerapan *improvement* dapat dilakukan dengan beberapa pertimbangan menyesuaikan kondisi dan kebijakan perusahaan.
2. Penelitian dapat dilakukan pertimbangan perhitungan biaya untuk dapat mengetahui berapa besar biaya dalam mengimplementasikan *six sigma*, biaya keuntungan dalam implementasinya, serta biaya kerugian yang dialami perusahaan saat terjadi banyak *defect*.
3. Penelitian dapat dilakukan secara kontinu untuk mengetahui peningkatan performansi perusahaan.

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR PUSTAKA

Allen, T. T. (2006). *Introduction to Engineering Statistical and Six Sigma.* Ohio: Springer.

Antony, J., & Banuelas, R. (2001). Six Sigma: A Business Strategy for Manufacturing Organizations. *Manufacturing Engineering, 8*(3), 119-121.

Arief, A. M. (2020). *Pasar Industri Kemasan Tembus Rp 100 Triliun Tahun Ini*. Retrieved April 20, 2020, from https://ekonomi.bisnis.com/read/20200309/257/1211023/pasar-industri-kemasan-tembus-rp100-triliun-tahun-ini

Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi.* Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Barends, D., Oldenhof, M., Vredenbregt, M., & Nauta, M. (2012). Risk Analysis of Analytical Validations by Probabilistic Modification of FMEA. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 64*, 82-86.

Brandau, O. (2012). *Bottle, Preforms and Closures.* William Andrew Publishers.

Brue, G. (2002). *Six Sigma for Managers.* United States of America: McGraw-Hill.

Buckenhueskes, H. J. (2007). *Industrial Quality Control.* Hemmingen, Germany: Springer.

Carraher, C. E. (2003). *Polymer Chemistry.* New York: Marcel Dekker Inc.

Chen, G. Q., & Patel, M. K. (2012). Plastics Derived from Biological Sources: Present and Future: A Technical and Environmental Review. *Chemical Review*, 2082-2099.

Darni, Y., & Utami, H. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasan Kimia dan Lingkungan*, 88-93.

Desai, T. N., & Shrivastava, D. R. (2008). Six Sigma - A New Direction to Quality and Productivity Management. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*.

Eltayef, A. M. (2003). *Plastic.* Turkey: Adventure Publisher.

George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma.* United States of America: McGraw-Hill.

Harris, F. W. (1981). Introduction to Polymer Chemistry. *Chemistry*, 11.

Irwan, Haryono, & Didi. (2015). Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif). *Alfabeta*.

Juran, J. M. (2010). *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence.* New York: McGraw-Hill.

Kemendag. (2016). *Warta Ekspor: Kemasan Sebagai Daya Saing Produk*. Retrieved April 20, 2020, from http://djpen.kemendag.go.id/app_frontend/admin/docs/publication/9781482466041.pdf

Kemenperin. (2019). *Industri Kemasan Incar Omset US$ 7,3 Miliar*. Retrieved April 20, 2020, from https://www.kemenperin.go.id/artikel/20344/Industri-Kemasan-Incar-Omset-US$-7,3-Miliar

Klein, R. (2011). *Laser Welding of Plastics: Materials, Processes and Industrial Applications.* Gross-Umstadt: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.

Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefit, Obstacles and Future of Six Sigma Approach. *Technovation*, 708-715.

Lee, N. C. (1998). Blow Molding Design Guide. In N. C. Lee, *Blow Molding Design Guide* (pp. 1-13). Munich: Hanser Publishers.

Lee, N. C. (2006). *Practical Guide to Blow Moulding.* New York: iSmithers Rapra Publishing.

McCoy, T. J. (1992). *Compensation and Motivation Maximizing Employee Performance with Behavior-Based Incentive Plans.* New York: Amacom.

McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The Basic of FMEA.* New York: Productivity Press.

Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control.* United States of America: John Wiley & Sons Inc.

Olivia, G. (2020). *Konsumsi Rumah Tangga Masih jadi Pendorong Pertumbuhan Ekonomi Semester I 2020*. Retrieved April 20, 2020, from https://nasional.kontan.co.id/news/konsumsi-rumah-tangga-masih-jadi-pendorong-pertumbuhan-ekonomi-semester-i-2020?page=all

Omar, A., & Mustafa, Z. (2014). Implementation of Six Sigma in Service Industry. *Journal of Quality Management and Analysis*, 77-86.

Plaza, I., Ube, M., Medrano, C., & Blesa. (2003). *Application of The Philosophy of Quality in The Digital Electronic Matter.* Valencia: Valencia.

POM, B. (2012). *Sentra Informasi Keracunan Nasional.* Retrieved April 18, 2020, from Badan POM: http://ik.pom.go.id/v2016/artikel/Plastiksebagaikemasanpangan.pdf

Pyzdek, T. (2003). *Six Sigma Infrastructure.* McGraw-Hill.

Pyzdek, T. (2010). *The Six Sigma Handbook.* McGraw-Hill.

Rahmadani, S. (2019). Pemanfataan Pati Batang Ubi Kayu dan Pati Ubi Kayu untuk Bahan Baku Alternatif Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 26-25.

Rees, H. (1994). *Understanding Injection Molding Technology.* Munich: Hanser Publishers.

Silvestre, C., Duraccio, D., & Cimmino, S. (2011). Food Packaging Based on Polymer Nanomaterials. *Progress in Polymer Science*, 1766-1782.

Stamatis, D. H. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution.* Milwauke: ASQC Quality.

Subramanian, M. N. (2013). *Plastics Additives and Testing.* Massachusetts: Scrivener Publishing.

Vorley, G. (2008). *Mini Guide To Root Cause Analysis.* Guilford Surrey: Quality Management & Traning Limited.

Wignjosoebroto, S. (2006). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja.* Surabaya: Guna Widya.

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LAMPIRAN

KUISIONER PENELITIAN

PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER 180 GRAM

Peneliti : Juwita Rismawati

Kuisioner Tugas Akhir ini memiliki tujuan untuk melakukan penilaian akar permasalahan pada proses produksi Jerigen 5 Liter 180 gram. Kuisioner ini terdiri dari dua bagian, mohon Bapak/Ibu mengikuti petunjuk yang dijelaskan pada masing-masing bagian.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

KUISIONER PENELITIAN

PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER 180 GRAM

BAGIAN I

KRITERIA PENILAIAN PENYEBAB KEGAGALAN

Penilaian ini berisi kriteria berupa angka yang akan digunakan untuk mengisi nilai *Severity* (S), *Occurence* (O) , dan *Detection* (D) pada **Bagian II** pada halaman ke 3. Berikut merupakan kriteria yang digunakan pada penelitian ini.

1. *Severity*

Severity menunjukkan tingkat keparahan yang ditimbulkan akibat kegagalan yang terjadi. Berikut merupakan skala penilaian *severity* yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini.

Severity (S)	
Keterangan	Rating
Very Low, kerugian akibat *defect* < 10%	1
Low, kerugian akibat *defect* 10% - 20%	2
Moderate, kerugian akibat *defect* 20% - 40%	3
High, kerugian akibat *defect* 40% - 60%	4
Very High, kerugian akibat *defect* >60%	5

2. *Occurence*

Occurence menunjukkan seberapa sering terjadinya akar permasalahan sehingga berdampak pada hasil. Berikut merupakan skala penilaian *occurence* yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini.

Occurrence (O)	
Keterangan	Rating
Terjadi kurang dari 2 hari dalam satu bulan	1
Terjadi diantara 3 - 8 hari dalam satu bulan	2
Terjadi diantara 9 - 14 hari dalam satu bulan	3
Terjadi diantara 15 - 20 hari dalam satu bulan	4
Terjadi lebih dari 21 hari dalam satu bulan	5

3. *Detection*

Detection menunjukkan penilaian kemampuan dalam mendeteksi kegagalan. Berikut merupakan skala penilaian *detection* yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini.

Detection (D)	
Keterangan	Rating
Certain, pasti mendeteksi kegagalan	1
High, mudah mendeteksi kegagalan setelah kejadian	2
Moderate, mampu mendeteksi kegagalan setelah analisa lebih lanjut	3
Low, sulit mendeteksi kegagalan dan membutuhkan alat bantu	4
Remote, sangat sulit mendeteksi kegagalan	5

KUISIONER PENELITIAN
PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER 180 GRAM

BAGIAN II
PENILAIAN PENYEBAB KEGAGALAN

Petunjuk Pengisian : Bapak/Ibu dimohon untuk mengisi angka daftar akar permasalahan dari angka 1-5 sesuai dengan kriteria penilaian yang dijelaskan pada Bagian I.

IDENTITAS RESPONDEN

Nama :
Jabatan :

Potential Failure Mode	Dampak	Akar Permasalahan	S	O	D
Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	Variasi bahan baku	Kelalaian inspeksi bahan baku			
	Material bahan baku rusak	Penyimpanan bahan baku yang tidak sesuai			
	Hasil produk tidak sesuai standar	Ketentuan komposisi yang berubah-ubah			
	Hasil produk tidak sesuai standar	Bahan baku *mold* yang tidak sesuai dengan bahan baku Jerigen			
	Air hose terhambat dan tekanan tidak merata	Tidak ada pengecekan rutin pada *valve air hose*, terdeteksi setelah terjadi kerusakan			
	Extruder bekerja dengan tekanan tidak merata	Tidak ada pengecekan rutin pada *extruder*, terdeteksi setelah terjadi kerusakan			
	Jumlah produk *defect* bertambah	Kurangnya keterampilan/pengalaman dalam *cutting* secara manual			
	Terjadi masalah pada proses produksi	Kurangnya kewaspadaan operator			

3

KUISIONER PENELITIAN

PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI JERIGEN 5 LITER 180 GRAM

Potential Failure Mode	Dampak	Akar Permasalahan	S	O	D
	Terjadi masalah pada proses produksi	Tidak taat prosedur dan kesadaran operator			
	Terjadi masalah pada proses produksi	*Setting* temperatur tidak tepat			
	Suhu pendingin mesin terpengaruh dan lingkungan pengap	Sirkulasi udara lantai produksi terlalu panas			
	Produk saling menumpuk sehingga tergores	Pemindahan Jerigen dari mesin *blow molding* ke area inspeksi menggunakan *container* yang kecil			
	Terjadi masalah pada proses produksi	*Setting* mesin tidak dilakukan sesuai SOP			
Gumpal	Pergeseran posisi *autoloader*	Posisi baut dan mur tidak sesuai			
Gumpal, Bintik Hitam, Tes Drop Pecah, Transparan, Bocor	Pergeseran posisi *blow pin*	Tidak ada pengecekan rutin komponen di dalam *die hard*			
	Hasil produk kotor atau tidak sesuai standar	Terdapat bahan baku yang mengotori bagian mesin			

Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk melengkapi kuisioner penelitian Tugas Akhir ini. Atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terimakasih.

Surabaya, Juni 2020

(----------)

4

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LAMPIRAN 2

FORM PENGECEKAN MESIN *BLOW MOLDING*

No. Mesin :

Nama Operator :

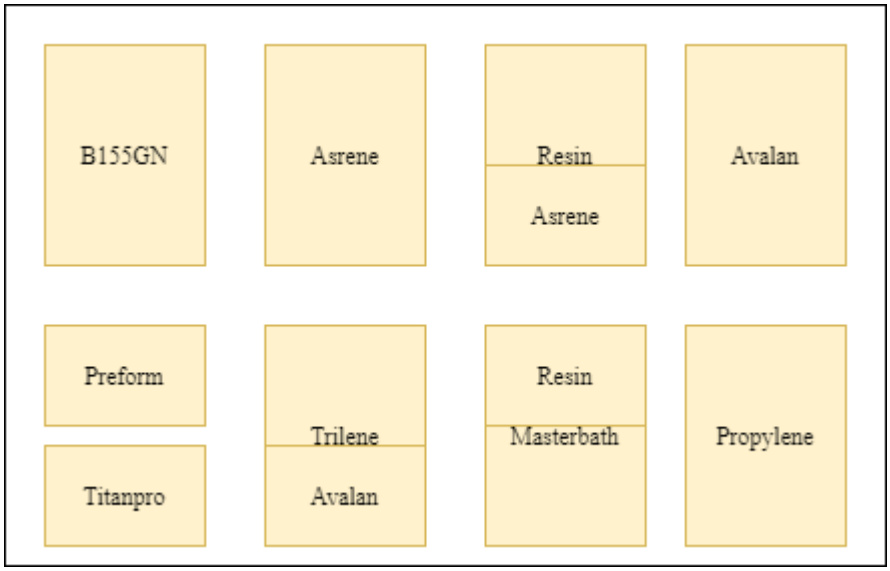
Hari, Tanggal :

Komponen Mesin	Waktu	Kondisi			Tindakan
		Baik	Tidak Baik	Keterangan	

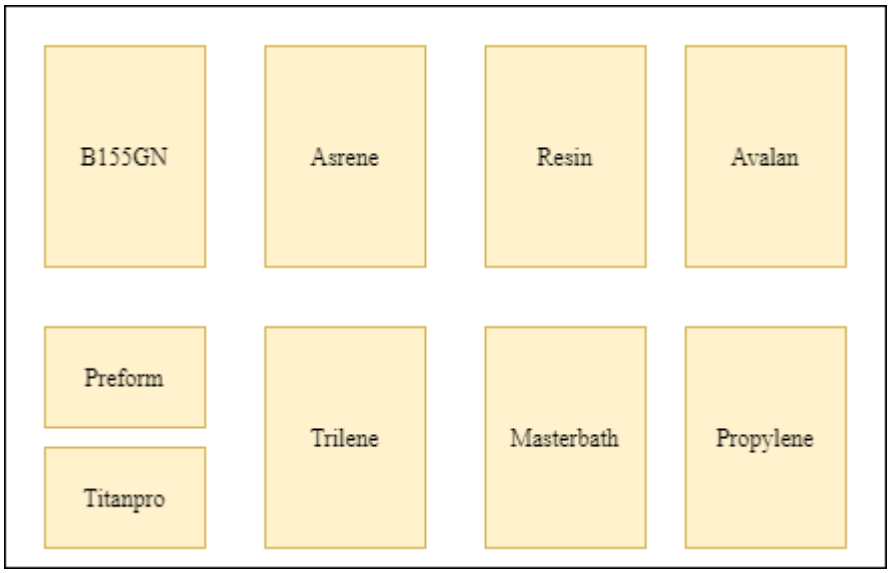
(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LAMPIRAN 3

RE-LAYOUT BAHAN BAKU



Gambar 1 *Layout* Awal



Gambar 2 *Layout* Perbaikan

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LAMPIRAN 4

PERHITUNGAN PERBAIKAN LAYOUT

1. Menentukan Derajat Kedekatan

Tabel 7. 1 Derajat Kedekatan

Nilai	Derajat Kedekatan	Kode Garis
A	Mutlak perlu didekatkan	
E	Sangat penting untuk didekatkan	
I	Penting untuk didekatkan	
O	Cukup biasa	
U	Tidak penting	
X	Tidak dikehendaki berdekatan	

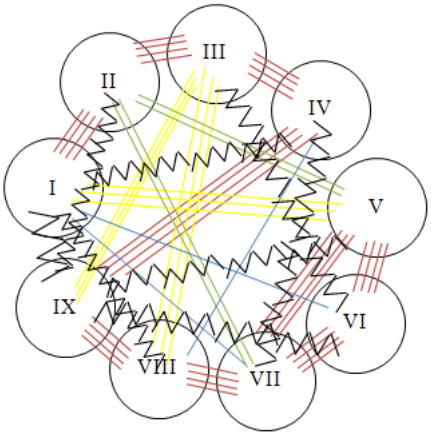
2. Menentukan *Activity Relationship Diagram*

Tabel 7. 2 Derajat Kedekatan Antar Bahan Baku

Nomor	Nama Bahan Baku	Derajat Kedekatan					
		A	E	I	O	U	X
I	B155GN	II	V		VII	III, VI, VIII, IX	IV
II	Asrene	I, III				IV, V, VI, VIII	IX
III	Resin	II, IV	VIII			I, V, VII, IX	VI
IV	Avalan	III, IX			VIII	II, V, VI, VII	I
V	Preform	VI, VII		II		III, IV, VIII	IX
VI	Titanpro	V, VII			I	II, III, IV, VIII	IX
VII	Trilene	V, VI, VIII		II		I, III, IX	IV

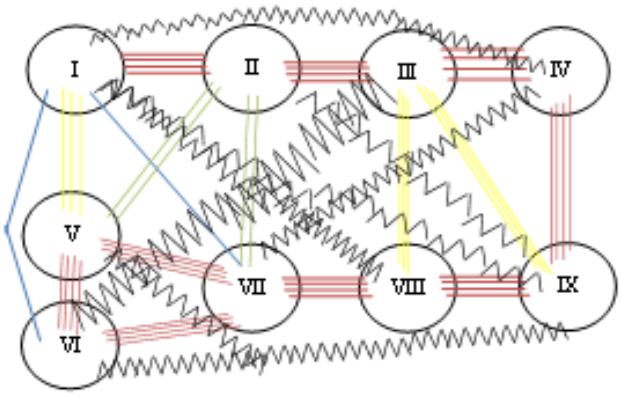
Tabel 7. 2 Derajat Kedekatan Antar Bahan Baku (Lanjutan)

Nomor	Nama Bahan Baku	Derajat Kedekatan					
		A	E	I	O	U	X
VIII	Masterbath	VII, IX	III		IV	II, V, VI	I
IX	Propylene	VIII, IV	III			II, V, VI, VII	I



Gambar 7. 1 *Activity Relationship Diagram*

3. Membuat *Space Relationship Diagram* berdasarkan *Activity Relationship Diagram*



Gambar 7. 2 *Space Relationship Diagram*

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Juwita Rismawati yang lahir di Surakarta, 08 Juni 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putri dari Bapak Muhammad Aries dan Ibu Muqodimah. Penulis pernah menempuh pendidikan di SD Negeri Yosodipuran No. 130 Surakarta (2004-2010), SMP Negeri 6 Surakarta (2010-2013), SMA Negeri 1 Surakarta (2013-2016), dan S1 Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS Surabaya (2016-2020). Selama menjadi mahasiswa, penulis turut aktif dalam kegiatan organisasi kampus, pelatihan, dan kepanitiaan dari ITS maupun luar ITS. Penulis tercatat sebagai Staf Departemen Keprofesian, Kajian, dan Keilmiahan (PROFKIL) Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem dan Industri (HMTI) ITS Tahun 2017/2018, Bendahara Umum HMTI ITS Tahun 2018/2019, dan *Volunteer* Swayanaka Surabaya Tahun 2019/2020. Penulis juga berkesempatan menjadi salah satu penerima beasiswa Bidikmisi Dikti (2016-2020) dan beasiswa dari ITS IO dalam ITS Goes Global Singapore Agustus 2019. Penulis juga berkesempatan menjadi 30 Besar Semifinalis *Business Plan Competition* UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Penulis pernah melakukan kerja praktik dan magang industri wilayah Surabaya yaitu di PT. Sinar Mas Agro Resource and Technology Tbk., PT. Pembangkitan Jawa Bali, dan PT. Asia Plastik. Apabila ada pertanyaan dan diskusi lebih lanjut dengan penulis dapat dihubungi melalui *email* juwitarismawati@gmail.com dan *Linked In* Juwita Rismawati.