

**ANALISIS DAN PERBAIKAN TINGKAT KEMAMPUAN PROSES
PEMBUATAN PRODUK PLASTIK DENGAN PENDEKATAN DMAIC
(Studi Kasus Pada PT. Mitra Mandiri Packindo)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Paramita Andriani

NIM : 17522238

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2022

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Desember 2021



Paramita Andriani

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR**PT. MITRA MANDIRI PACKINDO**Produksi : Plastik Injection
OFFICE

Jl. Arak-arak RT 004 RW 013 No. 89 Telukan, Grogol, Sukoharjo

Phone/Fax : 0271 - 5721 236

SURAT KETERANGAN

No : 015/HRD/2/KET/IX/2021

Yang bertanda tangan dibawah ini, Human Ressource Development menyatakan
bahawa :

Nama : Paramita Andriani
NIM : 17522238
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia
Jurusan : Teknik Industri

Adalah benar nama tersebut telah melakukan penelitian dan observasi di PT Mitra
Mandiri Packindo Sukoharjo, terhitung dari 12 Juli s/d 12 November 2021 dalam rangka
penyusunan skripsi dengan judul :
*'Analisis dan Perbaikan Tingkat Kemampuan Proses Pembuatan Produk Plastik Dengan
Pendekatan DMAIC'*

Demikianlah surat keterangan ini kami buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan
semestinya.

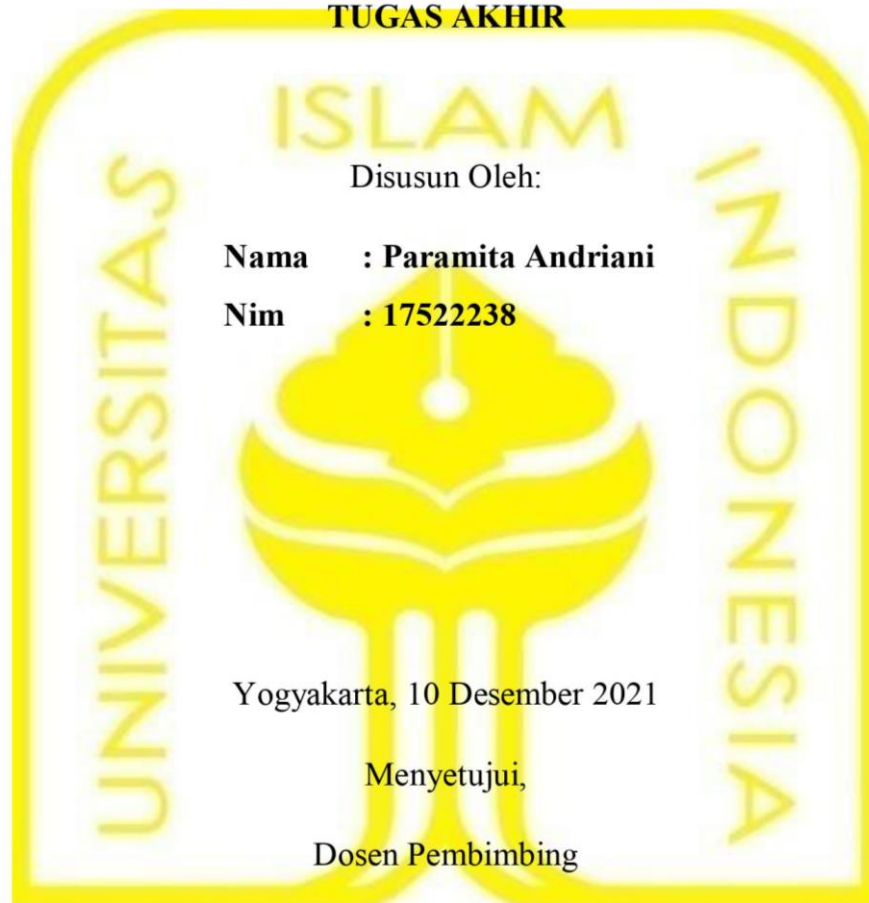
Sukoharjo, 03 Desember 2021

Ika Wahyu Sowaning Diyah, S.Psi
HRD

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS DAN PERBAIKAN TINGKAT KEMAMPUAN PROSES PEMBUATAN
PRODUK PLASTIK DENGAN PENDEKATAN DMAIC**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

Nama : Paramita Andriani

Nim : 17522238

Yogyakarta, 10 Desember 2021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. Soewardi', is written over the watermark logo.

Ir. Hartomo Soewardi, M. Sc., Ph.D.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**ANALISIS DAN PERBAIKAN TINGKAT KEMAMPUAN PROSES
PEMBUATAN PRODUK PLASTIK DENGAN PENDEKATAN DMAIC**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Paramita Andriani

NIM : 17522238

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-I Teknik Industri

Yogyakarta, Januari 2022

Tim Penguji

Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D.

Ketua

Danang Setiawan, S.T., M.T.

Anggota I

Vembri Noor Helia, S.T., M.T.

Anggota II



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



D. Danang Setiawan, S.T., M.M.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya tulis ini saya persembahkan teruntuk kedua orang tua saya,

Bapak Riza Algeri, S.H.

Ibu Aria Satiarni, S.S.

Teruntuk kedua saudara saya,

Apt. Claudya Andriani, S.Farm.

Nayla Permata Andriani

Teruntuk segala pihak yang telah mendukung dan membantu saya secara langsung maupun tidak langsung

Dan yang terakhir karya tulis ini saya persembahkan untuk saya sendiri yang telah berjuang sampai titik ini.

الجمعة المباركة
الاستاذة
الانيرة

HALAM MOTO

يُسْرًا أَلْعُسْرِ مَعَ إِنَّ

“**Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan**”

(Q.S. Al-Insyirah: 6)



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh.

Alhamdulillah rabbi'l'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis dan Perbaikan Tingkat Kemampuan Proses Pembuatan Produk Plastik Dengan Pendekatan DMAIC”. Shalawat serta salam tercurah kepada Rasulullah Muhammad *Shallallahu'alaihi Wassallam* beserta keluarga dan sahabat beliau yang membawa umat menuju ridha Allah SWT. Penyelesaian tugas akhir, penulis sadari banyak bimbingan, bantuan, dukungan, semangat, serta do'a. penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan S.T., M.M., selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc., Ph.D., dosen pembimbing TA yang memberikan waktu, bimbingan, dan tenaganya sehingga seluruh proses dan ikhtiar panjang ini dapat dilalui.
5. Keluarga tercinta, Bapak Riza Algeri, S.H., Ibu Aria Satiarni, S.S., kedua saudari saya Apt. Claudya Andriani, S.Farm., dan Nayla Permata Andriani yang tiada henti memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis selama masa studi.
6. PT. Mitra Mandiri Packindo yang memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis dalam melaksanakan penelitian tugas akhir.
7. Ibu Ika Wahyu Sowaning Diyah, S.Psi., selaku HRD PT. MMP yang telah membimbing saya selama melakukan penelitian tugas akhir.
8. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri UII atas ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan di Teknik Industri UII.

9. Segenap keluarga besar yang memberikan semangat, dukungan, dan doa yang tiada hentinya kepada penulis selama masa studi.
10. Sahabat-sahabat penulis selama masa studi di Prodi Teknik Industri UII, Eryza Ayu, Resvilia Nurzikiresa, Fira Oktaviana, Raissa Dyah, Muhammad Raditya Adhyaksa, Fuad Maulana, Dimastera Putradieska, dan Fahmi Silalahi yang memberikan dukungan dan bantuan, serta setia menemani penulis selama masa perkuliahan.
11. Sahabat-sahabat penulis sejak SMA, Mutiara Febri Haninda dan Nira Niar Dian Merdeka yang telah memberikan pundak untuk berkeluh kesah, dorongan, dukungan, bantuan, dan doa selama masa perkuliahan hingga seterusnya.
12. Teman-teman Teknik Industri UII, terutama Angkatan 2017 yang memberikan dukungan, semangat, dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu tugas akhir. Semoga kebaikan serta bantuan yang telah diberikan oleh seluruh pihak kepada penulis mendapatkan balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.
14. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini.

Semoga kebaikan serta bantuan yang telah diberikan oleh seluruh pihak kepada penulis mendapatkan balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 10 Desember 2022



Paramita Andriani

ABSTRAK

PT. Mitra Mandiri Packindo (MMP) merupakan perusahaan yang bergerak pada Industri Injeksi Plastik yang terletak di Jawa Tengah. Dalam melaksanakan proses bisnisnya PT.MMP sedang menghadapi suatu kendala yaitu banyaknya keluhan dari pelanggan terkait masih banyaknya produk cacat yang diterima oleh pelanggan. Produk cacat ini terjadi selama proses produksi sedang berlangsung. Untuk mengurangi produk cacat, perusahaan perlu meningkatkan kemampuan proses produksinya. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui nilai kemampuan proses produksi dan menentukan spesifikasi perbaikan proses produksi produk plastic untuk meningkatkan kemampuan proses di PT. MMP. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *six sigma* dengan pendekatan DMAIC. Selain itu metode FMEA dan QFD juga digunakan dalam memberikan spesifikasi perbaikan. Hasil dari penelitian ini adalah tingkat kemampuan proses produksi produk plastik di PT. MMP berada pada nilai sigma 3.6 yang berarti kemampuan proses pada PT.MMP masih jauh dari target six sigma yang harus dicapai yaitu sebesar 6 sigma. Oleh karena itu perusahaan disarankan untuk menerapkan spesifikasi perbaikan yang sudah diberikan agar kemampuan proses produksi dapat meningkat.

Kata kunci: Six Sigma, DMAIC, *Fishbone Diagram*, FMEA, QFD.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAM MOTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematik Penulisan.....	5
BAB II.....	6
KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Kajian Empiris.....	6
2.2 Kajian Teoritis.....	24
2.2.1 Kualitas.....	24
2.2.2 Pengendalian Kualitas.....	25
2.2.3 <i>Six Sigma</i>	26
2.2.4 Tahapan <i>Six Sigma</i>	28
2.2.5 <i>Tools Six Sigma</i>	35
BAB III.....	46
METODE PENELITIAN.....	46
3.1 Objek Penelitian.....	46

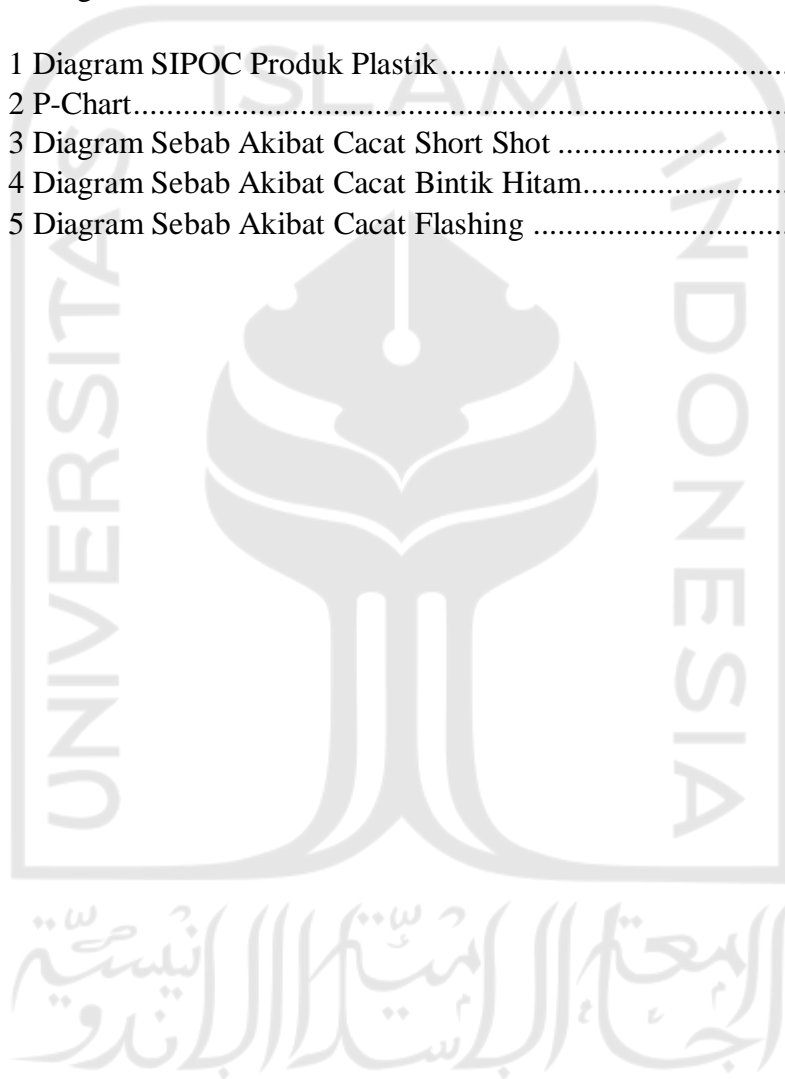
3.2	Jenis Data.....	46
3.3	Instrumen Penelitian.....	46
3.4	Metode Pengumpulan Data.....	47
3.5	Metode Pengolahan Data.....	47
3.6	Metode Analisis	56
3.7	Diagram Alir Penelitian.....	57
BAB IV		60
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		60
4.1	Pengumpulan Data	60
4.1.1	Data Produksi dan Cacat	60
4.1.2	Penentuan Kebutuhan Konsumen (<i>Costumer Need</i>).....	61
4.1.3	Penentuan <i>Importance Rattng</i>	62
4.1.4	Menentukan Karakteristik Teknis dan Target Spesifikasi.....	62
4.2	Pengolahan Data	63
4.2.1	Tahap <i>Define</i>	63
4.2.2	Tahap <i>Measure</i>	64
4.2.3	Tahap <i>Analyze</i>	67
4.2.4	Tahap <i>Improve</i>	71
BAB V		75
PEMBAHASAN		75
5.1	Analisis Tingkat Kemampuan Proses Yang Sedang Berlangsung.....	75
5.2	Analisis Spesifikasi Perbaikan Proses Produksi	77
BAB VI.....		82
KESIMPULAN DAN SARAN.....		82
6.1	Kesimpulan.....	82
6.2	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....		84
LAMPIRAN.....		84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Kajian Empiris	11
Tabel 2. 2 Tingkat Pencapaian Sigma	27
Tabel 2. 3 Cara Memperkirakan Kapabilitas Sigma dan DPMO Data Variabel	31
Tabel 2. 4 Cara Memperkirakan Kapabilitas Sigma dan DPMO Data Atribut	33
Tabel 2. 5 Severity Rattng Table	40
Tabel 2. 6 Occurence Rattng Table	40
Tabel 2. 7 Detection Rattng Table	41
Tabel 3. 1 Tabel Severity	51
Tabel 3. 2 Tabel Occurance	51
Tabel 3. 3 Tabel Detection	52
Tabel 4. 1 Jenis Cacat	60
Tabel 4. 2 Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat	60
Tabel 4. 3 Atribut Kebutuhan Konsumen	61
Tabel 4. 4 Penentuan Importance Rattng	62
Tabel 4. 5 Persyaratan Teknis	62
Tabel 4. 6 Tabel CTQ	65
Tabel 4. 7 Nilai DPMO dan Nilai Sigma	66
Tabel 4. 8 Perhitungan Peta Kendali P	68
Tabel 4. 11 Tabel RPN	71
Tabel 4. 12 Perhitungan FMEA	71
Tabel 4. 13 Hubungan Kebutuhan Kosumen dan Persyaratan Teknis	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram SIPOC	35
Gambar 2. 2 Format Diagram Sebab Akibat	38
Gambar 2. 3 Bagian – Bagian HOQ.....	44
Gambar 3. 1 Contoh Fishbone Diagram.....	50
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	57
Gambar 4. 1 Diagram SIPOC Produk Plastik.....	64
Gambar 4. 2 P-Chart.....	69
Gambar 4. 3 Diagram Sebab Akibat Cacat Short Shot	69
Gambar 4. 4 Diagram Sebab Akibat Cacat Bintik Hitam.....	70
Gambar 4. 5 Diagram Sebab Akibat Cacat Flashing	70



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Mitra Mandiri Packindo (MMP) merupakan salah satu perusahaan industri injeksi plastik yang berlokasi di Telukan Grogol Kabupaten Sukoharjo. Perusahaan ini memenuhi kebutuhan produk sekali pakai dengan bahan baku plastik yang terus meningkat dan mengutamakan dari segi *food grade quality*, *hygienic*, dan *strengthen product*. Produk yang dihasilkan oleh PT. Mitra Mandiri Packindo adalah alat makan plastik seperti sendok plastik, garpu plastik, dan juga waku.

Namun, dalam perjalanan bisnis tentunya setiap perusahaan akan menghadapi beberapa kendala. Kendala yang sedang dihadapi oleh PT. MMP sendiri adalah terdapatnya beberapa keluhan dari konsumen. Keluhan yang sering diajukan oleh konsumen berupa kedatangan produk yang terlambat, barang yang dikirim tidak sesuai dengan yang dipesan, dan kualitas produk yang kurang baik. Pada periode April 2021 hingga Juni 2021, rata – rata persentase keluhan konsumen terhadap kedatangan produk yang terlambat sebesar 20,33%, barang yang dikirim tidak sesuai sebesar 11%, dan kualitas produk yang kurang baik sebesar 68,67%.

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa keluhan kualitas produk yang kurang baik memiliki nilai persentase rata – rata tertinggi. Keluhan pelanggan terhadap kualitas yang kurang baik ini terjadi karena kurangnya perhatian perusahaan terhadap pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan. Pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan saat ini hanya berupa pengecekan kualitas produk diakhir proses produksi. Selain itu perusahaan juga belum memiliki jadwal tetap terkait pembersihan mesin produksi dan SOP dalam pengaturan parameter – parameter proses produksi. Kurangnya pengendalian kualitas ini mengakibatkan terjadinya produk cacat.

Jumlah produk cacat yang tinggi ini juga membuat perusahaan mengalami kerugian. Hal ini dikarenakan bagian produksi harus mengolah kembali produk yang cacat untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan standar kualitas perusahaan. Proses pengolahan kembali ini tentunya membutuhkan biaya yang tidak sedikit, karena membutuhkan bahan – bahan pendukung lainnya. Produk yang cacat juga berdampak pada waktu produksi, jika awalnya target produksi dapat diselesaikan tepat waktu sesuai jadwal, namun

dikarenakan pengolahan kembali, proses produksi mengalami kemacetan sehingga memakan waktu lebih lama dari jadwal yang sudah ditetapkan. Dampak – dampak yang ditimbulkan ini dapat mengurangi kepercayaan konsumen untuk memesan produk di perusahaan sendiri. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian di PT. MMP yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan proses sehingga perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk dan mengurangi produk cacat sehingga perusahaan mendapatkan keuntungan yang maksimal.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam meningkatkan kemampuan proses produksi adalah metode *six sigma*. Six Sigma merupakan sebuah metodologi yang terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat produk atau jasa yang diluar spesifikasi dengan menggunakan statistic dan problem solving tools secara intensif (Manggala, 2005). *Six Sigma* memiliki prosedur yang digunakan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas untuk mencapai target *Six Sigma* yaitu dengan menggunakan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Tahap *analyze* akan dilakukan menggunakan *Fishbone Diagram* dan metode FMEA (*Failure Mode & Effect Anaysis*). Penggunaan *Fishbone Diagram* bertujuan untuk mencari akar penyebab terjadinya kegagalan selama proses produksi sedang berlangsung sedangkan metode FMEA ini bertujuan untuk memprioritaskan kegagalan – kegagalan tersebut. Pada tahap *improve* akan dilakukan dengan metode QFD (*Quality Function Deployment*) yang bertujuan untuk memberikan spesifikasi perbaikan proses produksi di perusahaan.

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang meneliti kualitas produk antara lain adalah penelitian yang dilakukan oleh Khusnin Nabila dan Rochmoeljadi (2019) yang melakukan penelitian mengenai pengendalian kualitas produk plastic menggunakan metode *Six Sigma* dan dalam tahap *improve* menggunakan metode *Kaizen Five M-Cheklis*. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Almansur et al., (2017), dengan menggunakan metode DMAIC dari Lean *Six Sigma* dan diintegrasikan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menganalisis *waste* dan meningkatkan *performance* dari proses produksi biskuit. Dan penelitian terakhir adalah penelitian yang dilakukan oleh Shieddieque & Hijuzaman (2015), yang melakukan penelitian PT. XYZ dengan menggunakan metode *Six Sigma* dan FMEA digunakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi produk yang tidak sesuai dengan tujuan perusahaan.

Dari beberapa penjelasan penelitian terdahulu diatas, dapat disimpulkan bahwa metode *Six Sigma* dan FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) dapat dikombinasikan sebagai metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dengan menurunkan jumlah produk cacat. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penulis menambahkan metode QFD sebagai metode *Improve* untuk menentukan tindakan perbaikan kualitas yang tepat bagi perusahaan. Sehingga penelitian yang akan dilakukan yaitu tentang peningkatan kualitas proses dengan menurunkan jumlah produk cacat menggunakan pendekatan DMAIC dengan melibatkan metode *Six Sigma*, FMEA dan QFD. Penelitian akan dilakukan dengan tahapan identifikasi, pengukuran, analisis dan perbaikan terhadap proses produksi pada PT. MMP. Penulis ingin mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan produk mengalami cacat atau tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Kemudian penulis ingin menentukan dan menganalisis tindakan perbaikan apa yang dapat dilakukan perusahaan agar kualitas produk yang diproduksi oleh PT.MMP dapat meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat kemampuan proses dalam proses produksi di PT.MMP?
2. Bagaimana spesifikasi perbaikan proses produksi produk plastik untuk meningkatkan kualitas produk di PT.MMP?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tingkat kemampuan proses yang sedang berjalan dalam proses produksi produk di PT.MMP.
2. Menentukan spesifikasi perbaikan proses produksi produk plastic untuk meningkatkan kemampuan proses produksi produk di PT.MMP.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian terfokus dengan tujuan penelitian, maka batasan masalah yang penulis terapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. MMP.
2. Penelitian hanya dilakukan di bagian produksi PT. MMP.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *six sigma* dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*)
4. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah produksi dan data produk cacat periode Juli 2021 hingga September 2021 yang didapatkan dari data historis perusahaan.
5. Pada tahap *analyze*, peneliti akan menggunakan *Fishbone Diagram* dan metode FMEA untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya cacat produk.
6. Pada tahap *improve*, peneliti akan menggunakan metode QFD dan hasil rekomendasi akan diberikan kepada perusahaan untuk dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam mengendalikan dan meningkatkan kualitas produk.
7. Tahap *control* akan dilakukan oleh perusahaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi Perusahaan
Digunakan sebagai informasi dan saran terkait kemampuan proses produksi sehingga dapat mengembangkan produk, meningkatkan kualitas produk dan mengurangi produk cacat.
2. Bagi Pembaca
Dapat digunakan sebagai referensi untuk menambah pengetahuan dan digunakan sebagai bahan perbandingan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematik Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penelitian yang dapat memberikan gambaran umum terkait penelitian yang dilakukan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai kajian literatur deduktif dan induktif yang menjadi landasan penelitian untuk memecahkan masalah penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan objek penelitian, jenis data, metode pengambilan data, metode pengolahan data, dan alur penelitian yang akan dilakukan. Bab ini menjelaskan rincian-rincian tahapan dalam penelitian mulai dari identifikasi objek penelitian, jenis data yang digunakan dalam penelitian dengan menggunakan metode pengambilan data sehingga dapat diolah dan dianalisis sehingga dapat diambil kesimpulan.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan informasi dan data yang diperoleh selama melakukan penelitian serta proses pengolahan data tersebut.

BAB V : PEMBAHASAN

Bab ini berisikan penjelasan – penjelasan mengenai hasil pengolahan data sebelumnya. Selain itu bab ini juga berisikan analisa – analisa perhitungan yang telah diperoleh yang kemudian akan dijadikan bahan rekomendasi perbaikan berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya,

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk perbaikan bagi pihak perusahaan serta rekomendasi bagi pihak – pihak lain yang ingin meneruskan penelitian ini.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Empiris

Kajian empiris diperoleh dari penelitian – penelitian terdahulu yang berisikan beberapa konsep yang relevan dan terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian terdahulu yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah penelitian – penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan dilakukan di lokasi berbeda. Oleh karena itu, kajian empiris ini dilakukan untuk memperoleh peluang *research* dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Serta akan menjelaskan alasan penggunaan pendekatan DMAIC untuk menyelesaikan permasalahan kualitas yang terjadi.

Penelitian yang dilakukan oleh Jonny & Christyanti (2012) tentang kualitas asbes MHN 14 yang diproduksi oleh PT. BBI dengan metode *Six Sigma*, FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) dan DOE (*Design of Experiment*) dengan menggunakan metode ANOVA. Jenis cacat yang paling dominan pada asbes MHN 14 ini yaitu sisi asbes yang datar. Solusi yang diusulkan dari hasil DOE untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah perusahaan harus meningkatkan suhunya hingga 350°C jika melakukan percepatan waktu curing 5 sampai 4 jam dari biasanya. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas dari asbes MHN 14. Hal tersebut ditunjukkan dengan berkurangnya nilai DPMO dari 200 menjadi 180 dan adanya peningkatan nilai sigma level dari 4,91 sigma menjadi 5,02 sigma. Penelitian ini hanya berfokus dalam meningkatkan kualitas produknya saja.

Satrijo, Sari, & Hidayat (2013) melakukan penelitian yang berjudul Perbaikan Kualitas Proses Produksi Dengan Metode Six Sigma di PT. Catur Pilar Sejahtera, Siduarjo. Fokus perbaikan yang dituju pada penelitian ini adalah mereduksi cacat yang terjadi selama proses pemotongan sampai dengan proses penyablonan guna mencapai kepuasan konsumen. Perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) dalam *six sigma*.

Implementasi perbaikan menyebabkan nilai sigma pada departemen pemotongan meningkat dari 4.9 menjadi 5.2 dan pada departemen penyablonan dari 3.9 menjadi 4.5. Biaya kualitas akhir di PT. CPS sebesar Rp 489.147,176 / 8hari. Biaya kualitas meningkat karena terdapat biaya pencegahan senilai Rp375.000 untuk pengadaan lampu gantung dan lampu pada meja penyablonan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yudianto dan Purnomo (2013) yang berjudul “Desain Tas Satchel Berbahan Lembaran Sabut Kelapa Menggunakan Metode *Quality Function Deployment*”. Penelitian ini dilakukan di Sentra Industri Kerajinan Kulit Manding, Bantul. Metode yang digunakan adalah metode QFD. Penelitian ini menghasilkan desain tas dengan beberapa pengembangan dari model lama yang diharapkan dapat meningkatkan kepuasan dari konsumen, serta penggunaan bahan alternatif sabut kelapa (leskap) yang berdampak pada menurunnya biaya produksi dari model lama yang dulunya menggunakan bahan baku kulit. Penelitian ini menunjukkan bahwa bahan tas alternatif masih tersedia dengan cukup banyak dan mudah diperoleh dengan biaya lebih rendah dari menggunakan bahan baku pada umumnya.

Widyarto, Dwiputra, & Kristiantoro (2015) melakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan tingkat sigma, menentukan nilai RPN dan memberikan rencana tindakan perbaikan. Berdasarkan hasil pengolahan data, dapat diperoleh bahwa nilai DPMO proses HRC adalah sebesar 677,73 dengan tingkat sigma sebesar 4,70. Hal ini dijadikan performance *baseline* perusahaan untuk melakukan perbaikan kualitas HRC. Berdasarkan hasil identifikasi CTQ dominan dapat diketahui bahwa CTQ yang sering terjadi adalah jenis *rollmark*. Oleh karena itu, untuk saat ini *rollmark* menjadi prioritas perbaikan. Analisis penyebab *roll mark* dengan FMEA diperoleh mode kegagalan suhu mesin diatas standard dan kinerja mesin menurun menjadi rencana tindakan perbaikan prioritas karena memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 150.

Penelitian yang dilakukan oleh Indrawati & Ridwansyah (2015) tentang kualitas bijih besi dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* dan FMEA. Jenis cacat yang sering terjadi pada permasalahan ini yaitu kandungan Fe yang rendah, kelembapan bijih besi dan *Loss on Ignition* (LOI) yang buruk. Sigma level awal dari penelitian ini berada pada level 2,96 sigma. Terdapat 33,67% aktivitas tidak bernilai tambah dan

14,2% tidak perlu aktivitas tanpa nilai tambah yang terjadi selama proses pembuatan. Akar penyebab masalah yaitu tidak adanya standar material, desain *chute dust collector* yang buruk, tinggi BC-05 yang terlalu rendah dari permukaan tanah dan tabel miling rusak karena kesalahan operator. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu mendesain ulang *chute dust collector*, membuat SOP penimbangan, ereksi BC-05, pemasangan *vibrometer* dan instalasi nitrogen.

Penelitian yang dilakukan oleh Sukania, Sriwana, & Suryajaya (2015) melakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk menurunkan tingkat cacat yang terjadi di PT.XYZ. Objek pada penelitian ini adalah benang nilon dan metode yang digunakan adalah metode *six sigma* dengan model perbaikan *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menganalisis kinerja proses dan produk yang dihasilkan. Pada tahap *measure* didapatkan nilai DPMO untuk cacat gulungan benang tidak rapih adalah 1,424. Tingkat sigma yang didapatkan berdasarkan perhitungan dan konversi tabel six sigma adalah 3,8. Dan kapabilitas proses untuk proses *widging* didapatkan nilai CP sebesar 0,77 dan nilai CPK 0,62334. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa penyebab kegagalan paling tinggi disebabkan oleh faktor mesin dan harus melakukan perawatan secara rutin.

(Christopher and Suliantoro 2015) Melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tingkat cacat dari produk yang dihasilkan PT IPPI, menganalisa faktor apa saja yang mampu menyebabkan cacat produk serta memberikan usulan perbaikan terhadap sistem pengendalian kualitas yang ada saat ini. Digunakan metode *Six Sigma* dalam analisa pengendalian kualitas ini. Hasil menunjukkan bahwa tingkat cacat produk perusahaan untuk part NXS-001 adalah sebesar 23.348,3 DPMO. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa dari lima aspek yang berpotensi menyebabkan produk cacat, manusia merupakan aspek paling berpengaruh. Hal ini karena ketidakdisiplinan dan keteledoran operator dalam melaksanakan tugasnya di lantai produksi.

(Naufal and Arvianto 2016) melakukan penelitian untuk menganalisis penyebab kecacatan dengan menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*) Six Sigma. Pada tahapan *define* dan *measure*, menunjukkan faktor dominan penyebab kecacatan adalah *welding*. Nilai sigma yang didapatkan perusahaan setelah dilakukan perhitungan adalah sebesar 3,4 dimana nilai itu

menunjukkan rata-rata industri di Indonesia. Kemudian dari hasil perhitungan *Critical to Quality* (CTQ) potensial, didapatkan penyebab kecacatan *welding* adalah sebesar 43,22%.

Penelitian yang dilakukan oleh Pugna, et al. (2016) tentang kualitas produk setengah jadi *Horn Assembly* pada lini produksi *Upper wire assembly* dengan menggunakan metode *Six Sigma*, FMEA dan *Poka Yoke*. Penyebab jumlah cacat tertinggi terjadi pada proses *riveting* yang disebabkan oleh ketidaksesuaian *rivet height*. Setelah dianalisis dengan menggunakan metode *5Why* ternyata penyebab terjadinya cacat tersebut yaitu kelelahan operator yang mengakibatkan kekuatan yang digunakan selama proses *riveting* tidak maksimal. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu mendesain *hand tools* untuk proses *riveting* agar kekuatan yang digunakan bisa optimal dan memasang perangkat *Poka Yoke* yang memberikan sinyal ketika kekuatan operator melemah. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas. Hal tersebut ditunjukkan dengan berkurangnya nilai DPMO dari 81.000 menjadi 108 dan peningkatan nilai sigma level dari 1,4 sigma menjadi 3,7 sigma.

Penelitian yang dilakukan oleh Rieka F. Hutami (2016) yaitu tentang analisis pengendalian kualitas produk dengan menggunakan metode *Six Sigma* pada perusahaan percetakan PT. Okantara. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dari implementasi kontrol kualitas pada perusahaan yang bergerak di bidang industri percetakan dan grafika yang memiliki tingkat rata-rata pencetakan brosur cacat yang tinggi. Setelah dilakukan penelitian terdapat empat kriteria produk cacat yang terjadi di PT. Okantara yang menempatkan level sigma PT Okantara di 3,8 dengan DPMO sebesar 11.395,2452. Faktor yang paling mendasar menyebabkan kerusakan pada produk adalah faktor mesin, manusia, dan bahan baku.

Penelitian yang dilakukan oleh Alghazali Muhammad (2019) yang berjudul Analisis Kualitas Pelayanan Perpustakaan Perguruan Tinggi Dengan Metode QFD. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan atribut-atribut pelayanan perpustakaan yang menjadi prioritas berdasarkan keinginan mahasiswa. Metode penelitian yang digunakan adalah metode QFD. Hasil dari penelitian ini terdapat 14 prioritas pengembangan dan perbaikan adalah sebagai berikut : 1) Menyediakan kotak saran dan kritik, 2) Pelatihan terhadap karyawan perpustakaan, 3) Sosialisasi terhadap

mahasiswa terkait kegiatan dan informasi tentang perpustakaan, 4) Keakuratan penelusuran komputer dengan keadaan buku di rak, 5) Penambahan bahan pustaka (koleksi perpustakaan), 6) Meningkatkan keramahan karyawan, 7) Penambahan dan pengamanan yang baik pada loker, 8) Pendataan dan pengarsipan penelitian ataupun jurnal ilmiah, 9) Berfungsinya komputer dengan baik, 10) Pelayanan kebersihan seluruh ruangan perpustakaan, 11) Ruangan yang lapang, tenang, kualitas udara, pencahayaan yang baik, 12) Peningkatan kecepatan internet, 13) Kemudahan akses dalam penelusuran bahan pustaka, 14) Memperhatikan karakteristik pengguna perpustakaan.

Thariq Asrori (2013) melakukan penelitian yang berjudul Analisis kualitas Mantel Roll Gilingan Dengan Metode Six Sigma, Studi Kasus PT. Barata Indonesia. Objek dalam penelitian ini adalah Mantel Roll Gilingan. Sedangkan tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui level sigma tingkat cacat faktor-faktor penyebab cacat, dan untuk mendapatkan suatu langkah-langkah efektif untuk meminimilasi tingkat kecacatan pada produk tersebut. Dari hasil penelitian diketahui kapabilitas proses produksi Mantel Roll Gilingan sebesar 2,43 sigma dengan nilai DPMO 176.186. Faktor-faktor penyebab cacat keropos adalah lapisan dinding pada dapur induksi yang kotor, operator kurang teliti, liser kurang, dan kualitas bahan baku yang rendah. Sedangkan untuk faktor-faktor penyebab *crack* (retak) adalah operator yang kurang teliti, lalai, dan kurang pengalaman, takaran bahan baku kurang sesuai, serta kualitas bahan baku yang rendah.

Tabel 2. 1 Perbandingan Kajian Empiris

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Jonny & Christyanti, Jessica. (2012).	<i>Improving the Quality of Asbestos Roofing at PT BBI using Six Sigma Methodology.</i>	Meningktakan kualitas produk asbes MHN 14.	Asbes MHN 14	<i>Six Sigma</i> , FMEA, DOE	Hasil dari pengolahan data menggunakan metode DOE menunjukkan bahwa perusahaan harus meningkatkan suhunya hingga 350°C jika melakukan percepatan waktu curing 5 sampai 4 jam dari biasanya. Dengan melakukan hal tersebut nilai DPMO berkurang menjadi 180 dan nilai sigma meningkat menjadi 5,02.
2.	Albert Laurent Satrijo,	Perbaikan Kualitas Proses	Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah	Kain tas yang mempunyai	<i>Six Sigma</i> , FMEA	Implementasi perbaikan menyebabkan nilai sigma pada departemen

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	Yenny Sari, M. Arbi Hidayat. (2013).	Produksi Dengan Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> Di PT. Catur Pilar Sejahtera, Siduarjo.	mereduksi cacat yang terjadi selama proses pemotongan sampai dengan proses penyablonan serta melakukan perbaikan guna menyelesaikan masalah tersebut.	berat di atas 20gr.		pemotongan meningkat dari 4.9 menjadi 5.2 dan pada departemen penyablonan dari 3.9 menjadi 4.5. Biaya kualitas akhir di PT. CPS sebesar Rp 489.147,176 / 8 hari. Biaya kualitas meningkat karena terdapat biaya pencegahan senilai Rp 375.000 untuk pengadaan lampu gantung dan lampu pada meja penyablonan.
3.	Yudianto, Purnomo (2013)	Desain Tas Satchel Berbahan Lembaran Sabut Kelapa Menggunakan	Mengembangkan desain alternatif baru tas <i>satchel</i> .	Tas <i>Satchel</i>	QFD	Penelitian ini menghasilkan desain tas dengan beberapa pengembangan dari model lama yang diharapkan dapat meningkatkan kepuasan dari konsumen, serta penggunaan

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Metode <i>Quality Function Deployment</i>				bahan alternatif sabut kelapa (leskap) yang berdampak pada menurunnya biaya produksi dari model lama yang dulunya menggunakan bahan baku kulit.
4.	Wahyu Oktri Widyarto, Gerry Anugrah Dwiputra, Yitno Kristiantoro. (2015)	Penerapan Konsep Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dalam Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan	Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan nilai <i>Defect Per Million Opportunities</i> (DPMO) dan tingkat sigma menentukan nilai RPN dan memberikan rencana tindakan perbaikan.	Produk HRC	<i>Six Sigma</i> , FMEA	Berdasarkan hasil pengolahan data, dapat diperoleh bahwa nilai DPMO proses HRC adalah sebesar 677,73 dengan tingkat sigma sebesar 4,70. Hasil identifikasi CTQ dominan dapat diketahui bahwa CTQ yang sering terjadi adalah jenis <i>rollmark</i> . Analisis penyebab <i>roll mark</i> dengan FMEA diperoleh mode kegagalan suhu mesin

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Metode Six Sigma				diatas standard dan kinerja mesin menurun menjadirencana tindakan perbaikan prioritas karena memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 150.
5.	Sri Indrawati, Muhammad Ridwansyah. (2015).	Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application	Tujuan penelitian adalah meningkatkan kualitas produk melalui pengumpulan data cacat produk, analisis data menggunakan <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) dan memberikan beberapa tindakan	Bijih Besi	<i>Lean Six Sigma.</i>	Sigma level awal dari penelitian ini berada pada level 2,96 sigma. Akar penyebab masalah ditentukan dengan menggunakan metode FMEA yang menunjukkan bahwa penyebab terjadinya cacat yaitu tidak adanya standar material, desain <i>chute dust collector</i> yang buruk, tinggi BC-05 yang terlalu rendah dari permukaan tanah

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			perbaikan untuk mengurangi tingkat cacat produk.			dan tabel miling rusak karena kesalahan operator. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu mendesain ulang <i>chute dust collector</i> , membuat SOP penimbangan, ereksi BC-05, pemasangan <i>vibrometer</i> dan instalasi nitrogen.
6.	I Wayan Sukania, Iphov Kumala Sriwana, dan Edwin Suryajaya. (2015)	Usulan Perbaikan Kualitas Penggulungan Benang Nilon Dengan Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ.	Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan tingkat cacat yang terjadi di PT.XYZ.	Benang nilon.	<i>Six Sigma</i> , FMEA.	Pada tahap <i>measure</i> didapatkan nilai DPMO untuk cacat gulungan benang tidak rapih adalah 1,424. Tingkat sigma yang didapatkan berdasarkan perhitungan dana konversi tabel six sigma adalah 3,8. Dan kapabilitas proses untuk proses widding didapatkan nilai CP sebesar

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
						0,77 dan nilai CPK 0,62334. Hasil analysis FMEA menunjukkan bahwa penyebab kegagalan paling tinggi disebabkan oleh faktor mesin dan harus melakukan perawatan secara rutin.
7.	Christoper & Suliantoro (2015).	Analisa Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Six Sigma untuk Part NXS-001 pada PT Inti Pantja Press Industri.	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat cacat dari produk yang dihasilkan PT IPPI, menganalisa faktor apa saja yang mampu menyebabkan cacat produk serta memberikan usulan	Part NXS-001	<i>Six Sigma.</i>	Hasil menunjukkan bahwa tingkat cacat produk perusahaan untuk part NXS-001 adalah sebesar 23.348,3 DPMO. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa dari lima aspek yang berpotensi menyebabkan produk cacat, manusia merupakan aspek paling berpengaruh. Hal ini karena ketidakdisiplinan dan

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			perbaikan terhadap sistem pengendalian kualitas yang ada saat ini.			keteledoran operator dalam melaksanakan tugasnya di lantai produksi.
8.	Naufal & Arvianto (2016).	Aplikasi Six Sigma DMAIC Sebagai Metode Pengendalian Dan Perbaikan Kualitas Produk Bedside Cabinet SKN 04-03abs Pada PT. Sarandi	Menganalisis penyebab kecacatan dengan menggunakan metode DMAIC (<i>Define, Measure, Analyze, Improve, and Control</i>) Six Sigma.	Bedside Cabinet SKN 04-03abs.	<i>Six Sigma.</i>	Nilai sigma yang didapatkan perusahaan setelah dilakukan perhitungan adalah sebesar 3,4. Hasil perhitungan <i>Critical to Quality</i> (CTQ) potensial, didapatkan penyebab kecacatan <i>welding</i> adalah sebesar 43,22%.

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Karya Nugraha.				
9.	Pugna, et al. (2016).	<i>Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process in an Automotive Company</i>	Meningkatkan kualitas produk setengah jadi <i>Horn Assembly</i> .	Produk setengah jadi <i>Horn Assembly</i>	<i>Six Sigma</i> , FMEA dan <i>Poka Yoke</i>	Nilai C_{pk} meningkat dari 0,96 menjadi 1,72, Sigma Level jangka pendek meningkat dari 2,9 menjadi 5,2, Sigma Level jangka panjang meningkat dari 1,4 menjadi 3,7, DPMO berkurang dari 81.000 menjadi 108, meningkatkan proses memukau menyebabkan pengurangan cacat $\approx 40\%$, memilih pemasok yang paling cocok menyebabkan pengurangan cacat $\approx 30\%$.

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
10.	Rieka F. Hutami (2016).	Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> Pada Perusahaan Percetakan PT. Okantara.	Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dari implementasi kontrol kualitas pada perusahaan yang bergerak di bidang industri percetakan dan grafika yang memiliki tingkat rata-rata pencetakan brosur cacat yang tinggi.	Produk Brosur.	<i>Six Sigma</i>	Setelah dilakukan penelitian terdapat empat kriteria produk cacat yang terjadi di PT. Okantara yang menempatkan level sigma PT Okantara di 3,8 dengan DPMO sebesar 11.395,2452. Faktor yang paling mendasar menyebabkan kerusakan pada produk adalah faktor mesin, manusia, dan bahan baku.
11.	Alghazali Muhammad (2019)	Analisis Kualitas Pelayanan Perpustakaan Perguruan	menentukan atribut-atribut pelayanan perpustakaan yang menjadi prioritas berdasarkan	Kualitas pelayanan perpustakaan	QFD	Hasil dari penelitian ini terdapat 14 prioritas pengembangan dan perbaikan adalah sebagai berikut Menyediakan kotak saran dan

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Tinggi Dengan Metode QFD.	keinginan mahasiswa.			kritik, Pelatihan terhadap karyawan perpustakaan, Sosialisasi terhadap mahasiswa terkait kegiatan dan informasi tentang perpustakaan, Keakuratan penelusuran komputer dengan keadaan buku di rak, Penambahan bahan pustaka (koleksi perpustakaan), Meningkatkan keramahan karyawan, Penambahan dan pengamanan yang baik pada loker, Pendataan dan pengarsipan penelitian ataupun jurnal ilmiah, Berfungsinya komputer dengan baik, Pelayanan

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
						kebersihan seluruh ruangan perpustakaan, Ruang yang lapang, tenang, kualitas udara, pencahayaan yang baik, Peningkatan kecepatan internet, Kemudahan akses dalam penelusuran bahan pustaka, Memperhatikan karakteristik pengguna perpustakaan
12.	Thariq Asrori (2013)	Analisis kualitas Mantel Roll Gilingan Dengan Metode Six Sigma, Studi Kasus PT.	Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui level sigma tingkat cacat faktor-faktor penyebab cacat, dan untuk mendapatkan suatu langkah-	Mantel Roll Gilingan.	<i>Six Sigma.</i>	Dari hasil penelitian diketahui kapabilitas proses produksi Mantel Roll Gilingan sebesar 2,43 sigma dengan nilai DPMO 176.186. Faktor-faktor penyebab cacat keropos adalah lapisan dinding pada dapur induksi yang kotor,

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Barata Indonesia	langkah efektif untuk meminimilasi tingkat kecacatan pada produk tersebut.			operator kurang teliti, liser kurang, dan kualitas bahan baku yang rendah. Sedangkan untuk faktor-faktor penyebab <i>crack</i> (retak) adalah operator yang kurang teliti, lalai, dan kurang pengalaman, takaran bahan baku kurang sesuai, serta kualitas bahan baku yang rendah.
13.	Paramita A. (2021)	Analisis dan Perbaikan Tingkat Kemampuan Proses Produksi Produk Plastik Dengan	Menghitung tingkat kemampuan proses yang sedang berjalan dalam proses produksi produk di PT MMP serta memberikan	Produk plastic.	<i>Six Sigma</i> , FMEA, QFD.	

No.	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Pendekatan DMAIC.	rekomendasi perbaikan.			

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 الجامعة الإسلامية
 بالاندونيسيا

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa sudah banyak penelitian yang meneliti terkait peningkatan kualitas suatu produk dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Namun dari beberapa penelitian tersebut belum ada penelitian yang membahas dan memberikan solusi terkait tingkat kemampuan proses produksi plastic di PT. MMP (Mitra Mandiri Packindo). Dengan demikian penelitian ini akan menganalisis tingkat kemampuan proses produksi plastic dan merekomendasikan solusi dalam bentuk desain perbaikan yang seharusnya dilakukan dengan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improve, and Control*) dimana metode *Six Sigma*, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dan QFD (*Quality Function Deployment*) diintegrasikan.

2.2 Kajian Teoritis

2.2.1 Kualitas

Menurut (V. Gaspersz, Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000 MBNQA & HACCP 2002) definisi kualitas terbagi menjadi 2 sisi, yaitu konvensional dan strategis. Definisi konvensional dari kualitas yaitu suatu bentuk penggambaran secara spesifik dari suatu produk seperti kemudahan dalam penggunaan, performansi, estetika, keandalan dan lain sebagainya. Sedangkan definisi strategis dari kualitas yaitu segala sesuatu yang dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen. Sedangkan menurut (Prawirosentono 2007), kualitas merupakan suatu hal yang dapat memenuhi selera, kebutuhan, dan kepuasan sesuai dengan uang yang dikeluarkan konsumen dalam bentuk wujud fisik.

Pengertian kualitas menurut (Tjiptono 2001), suatu kondisi yang berhubungan dengan produk dan jasa manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan. Dan menurut Juran (dalam Yamit, 1996) kualitas adalah suatu standar khusus dimana kemampuannya, kinerjanya, kendalanya, kemudahan pemeliharannya, dan karakteristiknya dapat diukur. Dengan begitu kualitas dapat disimpulkan yaitu kualitas suatu standar yang diinginkan oleh konsumen dari produk-produk yang dihasilkan oleh perusahaan sesuai dengan karakteristik yang dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen terhadap produk tersebut.

Menurut (V. Gaspersz, Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000 MBNQA & HACCP 2002), karakteristik kualitas produk mencakup:

1. *Performance* (Kinerja), berkaitan dengan aspek fungsional dari suatu produk.
2. *Features*, berkaitan dengan variasi pilihan dan pengembangan dari suatu produk.
3. *Reliability* (Kehandalan), berkaitan dengan tingkat kegagalan penggunaan produk.
4. *Serviceability*, berkaitan dengan kemudahan dan biaya reparasi atau perbaikan.
5. *Conformance* (Konformans), berkaitan dengan kesesuaian produk dengan spesifikasi yang telah ditetapkan berdasarkan keinginan pelanggan.
6. *Durability*, berkaitan dengan umur ekonomis dari suatu produk.
7. *Aesthetic* (Estetika), berkaitan dengan desain atau daya tarik dan kemasan dari suatu produk.
8. *Perceived Quality* (Kualitas yang dirasakan), berkaitan dengan perasaan pelanggan saat mengonsumsi produk tersebut atau dengan kata lain reputasi atau citra produk.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Menurut (Gaspersz, 2001), pengendalian kualitas adalah teknik-teknik dan aktivitas operasional yang dapat digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas. Dengan pengendalian kualitas yang baik dan dilakukan secara maksimal tidak hanya memenuhi persyaratan kualitas namun juga akan meningkatkan standar kualitas suatu perusahaan. Dan menurut Assauri (1999:18), pengendalian kualitas adalah merencanakan dan melaksanakan cara yang paling ekonomis untuk membuat sebuah barang yang akan bermanfaat dan memuaskan tuntutan konsumen secara maksimal. Dapat disimpulkan pengendalian kualitas sebuah aktivitas untuk menjaga, mengarahkan, mempertahankan dan memuaskan tuntutan konsumen secara maksimal. Pengendalian kualitas juga dapat digunakan oleh manajemen sebagai alat

untuk memperbaiki kualitas produk jika diperlukan, mempertahankan kualitas produk yang sudah baik dan dapat mengurangi jumlah produk cacat.

Menurut (Nur and Suyuti 2017), Pengendalian kualitas dilakukan agar spesifikasi produk akhir yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Sehingga tujuan pengendalian kualitas secara rinci yaitu:

1. Agar barang yang telah di produksi dapat sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan.
2. Mengupayakan untuk meminimalkan biaya inspeksi.
3. Mengupayakan untuk meminimalkan biaya desain produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi.
4. Mengupayakan untuk meminimalkan biaya produksi.

2.2.3 Six Sigma

Six sigma adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa (V. Gaspersz 2005). Motorola merupakan perusahaan pertama yang menerapkan konsep *six sigma* dalam fokus manajemen kualitas. Menurut (Gaspersz 2007), Motorola selalu dapat mencapai tingkat 3,4 cacat per sejuta kesempatan selama 10 tahun menerapkan konsep *six sigma*. Setelah motorola sukses menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*), banyak para pelaku industri yang juga mencoba untuk mengaplikasikan konsep *six sigma* agar dapat meningkatkan manajemen kualitasnya. Terdapat beberapa kesuksesan Motorola saat mengaplikasikan konsep *six sigma*:

A. *Defect per million opportunities* (DPMO)

Ukuran yang menunjukkan kegagalan dari peningkatan kualitas menggunakan metode *six sigma*. Nilainya menunjukkan angka 3,4 DPMO per satu juta kesempatan dari suatu karakteristik kualitas. Untuk menghitung nilai DPMO digunakan rumus sebagai berikut.

$$DPMO = \frac{Defects}{Units \times Opportunities} \times 1.000.000 \quad (1)$$

Dimana:

DPMO = Defect per million opportunities

Defects = Jumlah produk cacat

Units = Jumlah unit produksi

Opportunities = Jumlah peluang yang mengakibatkan cacat

Setelah mendapatkan nilai DPMO maka selanjutnya adalah menghitung tingkat pencapaian sigma. Nilai sigma dihitung dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai sigma yaitu: (Gaspersz, 2002)

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1.5 \quad (2)$$

Menurut Gaspersz (2002), tingkat pencapaian sigma dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2. 2 Tingkat Pencapaian Sigma

Persentase yang memenuhi spesifikasi	DMPO	Level Sigma	Keterangan
31%	691.462	1-sigma	Sangat tidak kompetitif
69,20%	308.538	2-sigma	Rata – rata industri
93,32%	66.807	3-sigma	Indonesia
99,379%	6.210	4-sigma	Rata – rata industri USA
99,977%	233	5-sigma	
99,9997%	3,4	6-sigma	Indeks kelas dunia

B. *Process Capability*

Proses kapabilitas adalah kemampuan untuk memproses *output* sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan konsumen. Adanya peningkatan kapabilitas proses untuk menghasilkan produk mendekati *zero defect* merupakan tujuan *six sigma* yang dapat dikatakan berhasil. Sehingga perlu adanya perhitungan kapabilitas proses (C_{pm}) untuk mengerjakan konsep *sis sigma*.

2.2.4 Tahapan *Six Sigma*

Six Sigma adalah suatu metode yang terstruktur dan memiliki prosedur yang digunakan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas untuk mencapai target *Six Sigma* yaitu dengan menggunakan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Konsep DMAIC sangat bergantung antara satu fase dengan fase lainnya. Hal tersebut dikarenakan output dari setiap fase akan menjadi input bagi fase selanjutnya.

2.2.4.1 *Define*

Define adalah langkah awal dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yang berisi penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas (Wisnubroto and Rukman 2015). Menurut (Syukron and Kholil 2013), tujuan tahap *Define* adalah mengidentifikasi produk dan proses yang akan diperbaiki serta menentukan sumber-sumber yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek. Sehingga dalam melaksanakan proyek *Six Sigma* harus ditentukan terlebih dahulu sasaran dan tujuan proyek. Tujuan proyek harus ditentukan secara spesifik, dapat diukur (*measurable*), sesuai dengan target kualitas yang ditetapkan dan waktu pelaksanaannya terbatas.

2.2.4.2 *Measure*

Measure adalah langkah kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Menurut (Syukron and Kholil 2013), tujuan dari tahap *measure* adalah mengetahui CTQ (*Critical to Quality*) dari produk maupun proses yang ingin diperbaiki, kemudian mengumpulkan informasi dasar (*baseline information*) dari produk maupun proses, menetapkan target perbaikan yang ingin dicapai, menghitung nilai DPMO dan Sigma Level.

Tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *Measure* adalah (V. Gaspersz 2002):

1. Menentukan Karakteristik Kualitas (CTQ) Kunci

Dalam penentuan CTQ harus dilakukan pengukuran pada keseluruhan sistem yang menjadi ruang lingkup proyek *Six Sigma*. Pengukuran harus dilakukan kepada hal yang berkaitan secara langsung dengan kepuasan pelanggan dan strategi bisnis. Sebaiknya penetapan CTQ kunci harus yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka agar pengukuran dapat dilakukan secara tepat dan terbuka. Dalam pengukuran CTQ, sebaiknya memperhatikan aspek internal dan eksternal dari organisasi atau perusahaan tersebut. Aspek internal dapat berupa tingkat kecacatan produk, *cost of poor quality* (COPQ) seperti pengerjaan ulang dan lain-lain. Sedangkan aspek eksternal dapat berupa kepuasan pelanggan, pangsa pasar dan lain-lain.

2. Mengembangkan rencana pengumpulan data dengan cara pengukuran proses, output, dan *outcome*.

Pengukuran pada tingkat *output* (*output level*) adalah mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan dengan spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan. Dalam hal ini contoh pengukuran pada tingkat *output* adalah banyaknya unit produk yang tidak memenuhi spesifikasi tertentu yang ditetapkan (banyak produk cacat). Berkaitan dengan pengukuran karakteristik kualitas baik pada tingkat proses maupun *output*, maka perlu membedakan antara data variabel dan data atribut, sebagai berikut:

- a. Data Variabel merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variabel bersifat kontinyu. Jika suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan aktual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur tersebut disebut sebagai variabel. Ukuran seperti berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume, suhu merupakan data variabel.
 - b. Data atribut merupakan kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data atribut bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan maka catatan tersebut disebut atribut. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidaksesuaian atau cacat terhadap spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan.
3. Mengukur kinerja saat ini untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja pada awal proyek *Six Sigma*.

Karena proyek peningkatan kualitas *Six sigma* yang ditetapkan akan difokuskan pada upaya peningkatan kualitas menuju ke arah *zero defect* sehingga memberikan kepuasan total kepada pelanggan, maka sebelum proyek dimulai kita harus mengetahui tingkat kinerja yang sekarang atau dalam terminologi *Six sigma* disebut sebagai *baseline* kinerja, sehingga kemajuan peningkatan yang dicapai setelah memulai proyek *Six sigma* dapat diukur selama masa berlangsungnya proyek *Six sigma*. Pengukuran pada tingkat *output* ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir tersebut dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan. Informasi yang diperoleh dapat dijadikan pedoman dasar untuk melakukan pengendalian dan peningkatan kualitas dari karakteristik *output* yang diukur. Hasil pengukuran pada tingkat *output* dapat berupa data variabel atau data atribut, yang akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect per million opportunities*) dan kapabilitas sigma (nilai sigma). Berikut ini merupakan teknik untuk memperkirakan kapabilitas Sigma dan DPMO guna mengukur *baseline* kinerja tingkat *output* untuk data variabel tabel dan data atribut tabel:

- a. Menentukan nilai DMPO dan tingkat sigma untuk data variable (Gaspersz, 2002):

1. Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL dengan rumus:

$$P(z \geq (USL - \bar{X})/s) \times 1000000 \quad (3)$$

2. Kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan rumus:

$$P(z \leq (LSL - \bar{X})/s) \times 1000000 \quad (4)$$

Sehingga DPMO diperoleh dengan:

$$P(z > USL) \times 1.000.000 + P(z < LSL) \times 1000000 \quad (5)$$

Kemudian hasilnya dikonversikan kedalam nilai sigma dengan bantuan tabel. Perhitungan DPMO dan nilai sigma juga dapat dihitung dengan secara sekaligus menggunakan program microsoft excel, dengan formula sebagai berikut:

1. Perhitungan DPMO (memiliki dua batas spesifikasi atas dan bawah, USL dan LSL):

$$=1000000-\text{normsdist}((\text{USL}-\text{XBAR})/S)*1000000+\text{normsdist}((\text{LSL}-\text{XBAR}/S)*1000000) \quad (6)$$

2. Perhitungan nilai sigma

$$=\text{normsinv}((1000000-\text{DPMO})/1000000)+1,5 \quad (7)$$

Angka 1,5 merupakan konstanta sesuai dengan konsep Motorola yang mengizinkan terjadi pergeseran pada nilai – nilai rata – rata sebesar $\pm 1,5$ sigma.

Tabel 2. 3 Cara Memperkirakan Kapabilitas Sigma dan DPMO Data Variabel

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang ingin diketahui	-
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T
5	Berapa nilai rata – rata proses	Xbar
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses	S
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan	$P(z \geq (\text{USL}-\text{Xbar})/s) \times 1000000$

Langkah	Tindakan	Persamaan
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan	$P(z \leq (LSL - \bar{X})/s) \times 1000000$
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO) yang dihasilkan pada proses	Langkah 7 + 8
10	Konversikan nilai DPMO kedalam nilai <i>sigma</i>	-
11	Hitung kemampuan proses berdasarkan nilai sigma	-

Sumber: Gaspersz, 2002

b. Data Atribut

Sebelum menentukan kriteria untuk dianggap gagal atau cacat, terlebih dahulu mengidentifikasi banyaknya CTQ potensial. Untuk pengukuran atribut karakteristik kualitas pada tingkat *output*, banyaknya CTQ potensial dapat bervariasi dari sedikit sampai banyak, tergantung pada kapabilitas proses serta situasi dan kondisi spesifik dari industri. Persamaan dari DPMO (Gaspersz, 2002):

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah defect}}{\text{unit yang diperiksa} \times \text{defect opportunity}} \times 1.000.000 \quad (8)$$

Selanjutnya melalui konversi DPMO ke nilai sigma dapat dilihat dengan bantuan tabel. Perhitungan DPMO dan nilai sigma juga dapat dihitung secara sekaligus menggunakan program Microsoft excel, dengan formula sebagai berikut:

1. Perhitungan DPMO

$$= (\text{banyak unit yang diperiksa} \times \text{CTQ potensial}) \times 1000000 \quad \text{gagal} / (\text{banyak unit} \quad (9)$$

2. Perhitungan Nilai Sigma

$$= \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1,5 \quad (10)$$

Angka 1,5 merupakan konstanta sesuai dengan konsep Motorola yang mengizinkan terjadi pergeseran pada nilai – nilai rata – rata sebesar $\pm 1,5$ sigma.

Tabel 2. 4 Cara Memperkirakan Kapabilitas Sigma dan DPMO Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang ingin diketahui	-
2	Berapa banyak unit diproduksi	-
3	Berapa banyak produk cacat	-
4	Hitung tingkat kecacatan berdasarkan Langkah 3	Langkah 3/Langkah 2
5	Tentukan CTQ penyebab produk cacat	Banyak karakteristik CTQ
6	Hitung peluang tingkat cacat karakteristik CTQ	Langkah 4/Langkah 5
7	Hitung kemungkinan cacat per DPMO	Langkah 6 x 1.000.000
8	Konversikan nilai DPMO kedalam nilai <i>sigma</i>	-
9	Buat kesimpulan	

Sumber: Gaspersz, 2002

2.2.4.3 Analyze

Langkah ini mulai masuk kedalam hal – hal kecil, meningkatkan pemahaman terhadap proses dan masalah yang terjadi serta mengidentifikasi akar penyebab masalah tersebut. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui tingkat kemampuan proses

serta mengidentifikasi permasalahan yang menjadi penyebab timbulnya variasi proses. Informasi yang diperoleh dalam tahap ini menjadi dasar dalam melakukan perbaikan proses. Menurut Gaspersz (2002), beberapa hal yang harus dilakukan pada langkah *Analyze* ini yaitu serta menentukan stabilitas dan kabalilitas (kemampuan) proses, menetapkan target kinerja dari CTQ kunci yang akan diperbaiki, mengidentifikasi sumber dan akar penyebab cacat produk.

2.2.4.4 *Improve*

Improve adalah tahapan untuk menemukan solusi untuk memecahkan masalah berdasarkan akar penyebab yang telah diidentifikasi. Pada langkah ini diterapkan suatu rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six sigma*. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahap ini. Rencana tindakan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana juga harus direncanakan pada tahap ini (Gaspersz, 2002).

2.2.4.5 *Control*

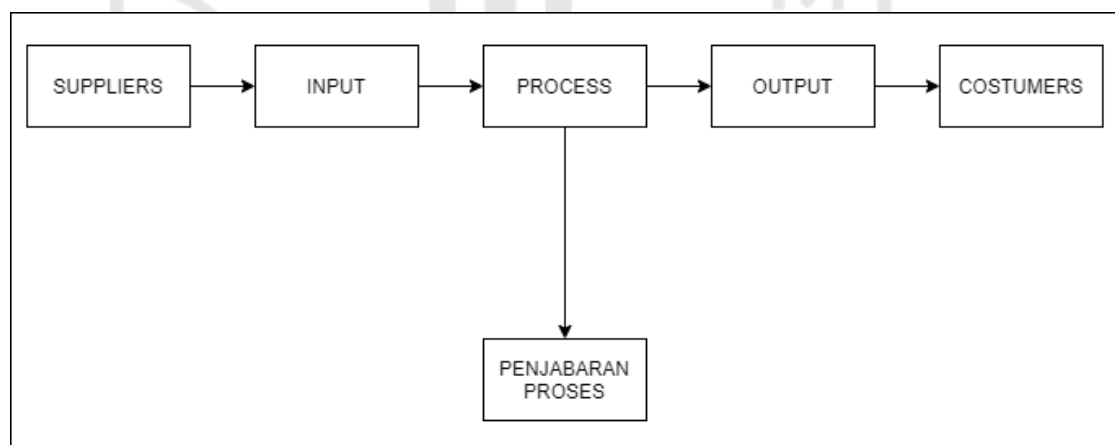
Control adalah langkah terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil dari peningkatan kualitas harus didokumentasikan dan disebarluaskan kepada penanggungjawab proses. Hasil sukses yang didapatkan selama program peningkatan kualitas harus dibuat standarisasi agar selanjutnya perusahaan dapat menghasilkan produk-produk yang berkualitas optimum. Standarisasi dilakukan sebagai suatu tindakan preventif agar masalah kualitas yang pernah terjadi tidak akan terulang kembali. Prosedur-prosedur kerja yang telah ditetapkan selama program peningkatan kualitas juga harus didokumentasikan dan dijadikan standar pedoman kerja. Hasil dari program peningkatan kualitas harus selalu dilakukan peningkatan

secara terus menerus pada jenis masalah yang lain, sehingga kualitas produk dari perusahaan selalu mengalami peningkatan (Gaspersz, 2002).

2.2.5 Tools Six Sigma

2.2.5.1 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC merupakan alat yang sangat berguna dan banyak digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. Menurut (Pande and Holpp 2005), Diagram SIPOC merupakan diagram yang menggambarkan aktivitas atau sub proses pada suatu proses bisnis secara mayor. Diagram SIPOC digunakan sebagai alat bantu untuk menentukan batasan-batasan dan elemen-elemen penting dari sebuah proses. Berikut ini adalah contoh bentuk dari diagram SIPOC:



Gambar 2. 1 Diagram SIPOC
Sumber: Gaspersz, 2002

Menurut Gaspersz (2002), ada lima elemen utama SIPOC dalam sistem kualitas, yaitu:

1. Suppliers

Supplier adalah seseorang atau kelompok yang memberikan informasi kunci, bahan material maupun sumber daya kepada proses. Apabila proses memiliki beberapa sub-proses, maka sub-proses sebelumnya dianggap sebagai *internal suppliers*.

2. *Inputs*

Input adalah segala sesuatu yang diberikan oleh *supplier* kepada proses.

3. *Processes*

Proses adalah sebuah langkah yang mentransformasikan nilai tambah kepada input. Suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses.

4. *Outputs*

Output adalah suatu produk baik barang maupun jasa yang dihasilkan oleh suatu proses. Dalam dunia manufaktur, output dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi.

5. *Customers*

Customer adalah seseorang atau kelompok maupun sub-proses yang menerima output.

2.2.5.2 *Critical to Quality (CTQ)*

Karakteristik kualitas (*Critical-to-Quality*), merupakan atribut yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, yang diturunkan langsung dari persyaratan-persyaratan output dan pelayanan.

2.2.5.3 *Peta Kendali P (P – Chart)*

Peta kendali P adalah alat statistic untuk mengevaluasi proporsi kerusakan atau proporsi ketidaksesuaian, yang dihasilkan oleh sebuah proses. Dengan demikian peta kendali p ini digunakan untuk mengendalikan proporsi ketidak sesuaian dari item – item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Berikut adalah Langkah – Langkah pembuatan peta kendali P:

- Menghitung persentase ketidaksesuaian

Persentase ketidaksesuaian digunakan untuk mengetahui seberapa besar proporsi tingkat kerusakan produk yang terjadi. Berikut adalah rumus nya.

$$p = \frac{np}{n} \quad (11)$$

Keterangan:

- P : persentase kerusakan (*defect*)
 np : jumlah ketidaksesuaian dalam subgroup
 n : jumlah yang diperiksa dalam subgroup

- Menghitung garis pusat *Center Line = CL*
 Garis pusat merupakan rata-rata ketidaksesuaian produk (...)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (12)$$

Keterangan:

- \bar{p} : rata-rata ketidaksesuaian produk
 n : jumlah produksi total

- Menghitung batas kendali atas, *Upper Control Limit = UCL*

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (13)$$

Keterangan:

- \bar{p} : rata-rata ketidaksesuaian produk
 n : jumlah produksi total

- Menghitung batas kendali bawah, *Lower Control Limit = LCL*

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (14)$$

Keterangan:

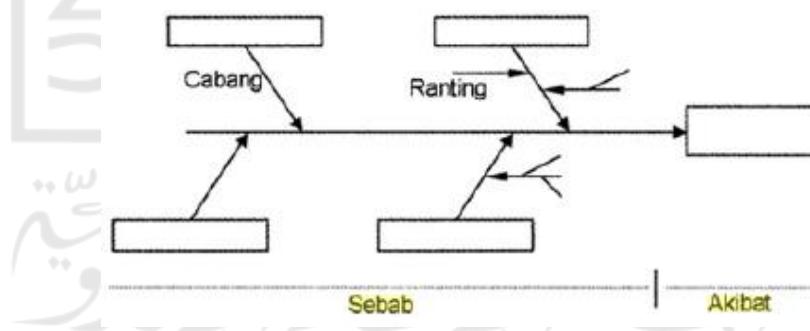
- \bar{p} : rata-rata ketidaksesuaian produk

n : jumlah produksi total

2.2.5.4 Fishbone Diagram (Diagram Sebab – Akibat)

Diagram sebab akibat selama ini dikenal juga dengan berbagai nama yaitu *cause and effect diagram*, diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) dan diagram ishikawa. Menurut (Evans 2007), diagram sebab akibat adalah suatu metode grafis sederhana yang digunakan untuk membuat suatu hipotesis tentang hubungan sebab dan akibat dari suatu permasalahan serta digunakan untuk menyortir potensi penyebab dan mengintegrasikan hubungan antara masing-masing variabel. Struktur diagram sebab akibat menggambarkan permasalahan pada akhir garis horizontal. Cabang yang berada pada ranting utama merupakan sebab. Kemudian cabang yang menunjuk ke sebab merupakan kontributor dari sebab tersebut. Karena diagram ini dapat mengidentifikasi penyebab dari suatu masalah, maka analisis lebih lanjut dapat dilakukan.

Menurut (Herjanto 2000), secara umum format diagram ishikawa dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 2 Format Diagram Sebab Akibat

Sumber: Herjanto, 2000

2.2.5.5 Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)

(D. Stamatis 2003) mengungkapkan bahwa *failure mode effect analysis* (FMEA) merupakan sebuah metode pendekatan yang digunakan untuk mengurangi potensial

suatu masalah sehingga dapat meningkatkan kepuasan konsumen. Sedangkan menurut (McDermott and Robin.E 2009), *failure mode effect analysis* (FMEA) adalah suatu metode pendekatan yang dapat mencegah adanya cacat produk mulai saat proses produksi berlangsung hingga menjadi barang jadi. Perhitungan *failure mode effect analysis* (FMEA) perlu dilakukan karena mempunyai beberapa tujuan, yaitu seperti berikut (Carlson 2014).

- a. Mengidentifikasi dan memahami moda kegagalan potensial dan penyebab dan efek kegagalan pada Sistem atau pengguna akhir untuk produk atau proses tertentu.
- b. Menilai resiko dengan moda kegagalan yang teridentifikasi, efek dan penyebab, serta memprioritaskan pokok permasalahan untuk diberi Tindakan perbaikan.
- c. Mengidentifikasi dan melaksanakan Tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling serius.

Dengan digunakannya metode FMEA, perusahaan akan lebih mengerti permasalahan yang ada. Setelah itu Langkah preventif akan dilakukan untuk mengurangi kegagalan yang terjadi. Metode ini juga dapat menjadi acuan untuk melakukan evaluasi proses. Agar dapat mempermudah Ketika membuat FMEA, dibutuhkan hasil dari RPN (*Risk Priority Number*).

Fungsi dari RPN sendiri adalah untuk merangking atau mengurutkan kelemahan proses agar dapat lebih baik. Dimana nilai terbesar adalah penting untuk segera dilakukan perbaikan. Untuk menghitung RPN digunakan rumus seperti dibawah ini.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (15)$$

Dimana:

RPN = *Risk Priority Number*

Severity = Nilai Dampak

Occurrence = Nilai Kemungkinan

Detection = Nilai Deteksi

Severity merupakan dampak dari suatu kegagalan. Nilai *severity* dapat diketahui dengan jelas karena berkaca pada pengalaman. Namun jika berkebalikan maka bisa jadi operator belum berpengalaman. Menurut (Stamatis 1995), tingkat *severity* dalam proses FMEA dapat dilihat dalam tabel dibawah.

Tabel 2. 5 *Severity Rating Table*

Rank	Severity	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalankegagalan Sistem yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya.
9	Berbahaya dengan peringatan	Sistem yang menghasilkan efek yang berbahaya.
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh.
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi <i>output</i>
5	Rendah	Mengalami penurunan secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa Sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja Sistem
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja Sistem
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

Occurance didapatkan dari data aktual. Jika data aktual tidak ada, tim FMEA harus menghitung berapa jumlah kegagalan sering muncul. Tabel dibawah merupakan tingkat *occurance* dalam proses FMEA (Stamatis, 1995).

Tabel 2. 6 *Occurence Rating Table*

Rank	Occurance	Deskripsi
9-10	Sangat tinggi	Sering gagal
7-8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
5-6	Sedang	<i>Jarang terjadi kegagalan</i>
3-4	Rendah	Sangat kecil kegagalan
1-2	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan

Detection dilakukan dengan melihat penyebab dan akibat kegagalan. Kemampuan deteksi dikatakan rendah jika tidak ada pengendalian setelah ditemukan kegagalan. Tingkat *detection* dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Stamatis, 1995).

Tabel 2. 7 *Detection Rating Table*

Rank	Detection	Deskripsi
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
9	Sangat kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>very remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8	Kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan.
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
5	Sedang	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>moderate</i> ” untuk mendeteksi penyebab

Rank	Detection	Deskripsi
		potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
4	Menengah ke atas	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>moderately High</i> ” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

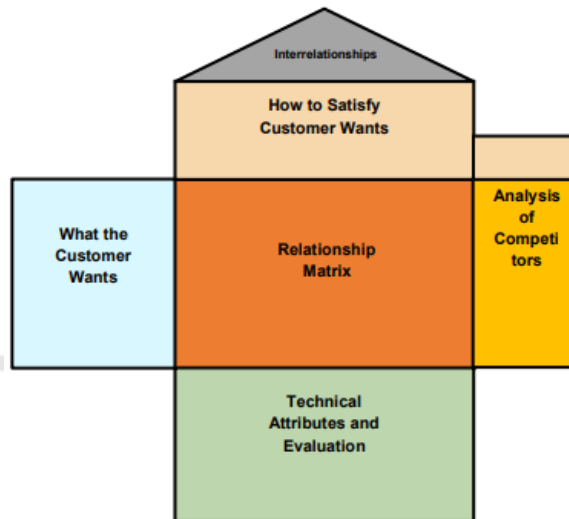
2.2.5.6 *Quality Function Deployment (QFD)*

(Heizer and Render 2004) mendefinisikan *Quality Function Deployment (QFD)* adalah suatu proses untuk menentukan kebutuhan pelanggan atau keinginan pelanggan dan menerjemahkannya kedalam atribut yang dapat di mengerti dan dilakukan oleh setiap area fungsional. Penentuan apa yang akan memuaskan pelanggan dan menerjemahkan keinginan pelanggan menjadi target desain. (Aka0 1990) mendefinisikan sebagai metode untuk mengembangkan sebuah desain kualitas yang ditujukan untuk memuaskan pelanggan dan kemudian untuk menterjemahkan permintaan pelanggan menjadi target desain dan titik penjaminan kualitas utama yang akan digunakan diseluruh wilayah pada tahap produksi. (Terninko 1997) mendefinisikan *Quality Function Deployment (QFD)* adalah layanan yang menambahkan persaingan dan perspektif pangsa pasar dengan sistem yang modern yang bertujuan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan.

Salah satu bentuk QFD adalah model empat fase, yang meliputi *House of Quality* (HOQ), Penyebaran bagian, perencanaan proses dan perencanaan produksi. Model empat fase QFD, yang terdiri dari:

1. Fase pertama, yaitu perencanaan produk (*Produk planning*) yang dimulai dengan penelitian terhadap pasar, pengambilan data-data dari pelanggan dan akan menghasilkan rencana produk dalam bentuk Persyaratan Teknis, baik berupa ide, sketsa, konsep model ataupun perencanaan pemasaran.
2. Fase kedua, yaitu penyebaran desain (*design deployment*) yang dimulai dengan adanya perencanaan produk yang dikembangkan menjadi spesifikasi produk dan komponen. Pada tahap ini bentuk asli (*prototype*) produk di buat dan diuji.
3. Fase ketiga, yaitu perencanaan manufaktur (*manufacturing planning*) dimana proses manufaktur dan peralatan produksi dirancang berdasarkan spesifikasi produk dan komponennya.
4. Fase keempat, yaitu perencanaan produksi (*production planning*) yang tujuan utamanya untuk menghasilkan perencanaan mengenai pengontrolan proses manufaktur dan peralatan produksi yang digunakan dalam pembuatan produk.

QFD menggunakan matrik komprehensif untuk mendokumentasi informasi, persepsi dan keputusan yang disebut sebagai *House of Quality* (HOQ), dan sering dianggap sebagai keseluruhan proses dari QFD. HOQ digunakan untuk menterjemahkan serangkaian kebutuhan pelanggan (*customer requirements*), tingkat kepentingan pelanggan serta tingkat kepuasan pelanggan terhadap produk atau jasa yang didapat dari penelitian pasar dan data yang berasal dari proses studi banding (*benchmarking*) menjadi prioritas target teknikal yang dibutuhkan untuk memuaskan kebutuhan pelanggan tersebut. Terdapat bergai macam versi HOQ yang tidak jauh berbeda dengan yang lainnya, kemampuannya untuk diadaptasi berdasarkan kebutuhan dari jenis masalah tertentu adalah salah satu kelebihan yang dimilikinya. Sebuah HOQ terdiri dari beberapa bagian yang digambarkan di bawah ini:



Gambar 2. 3 Bagian – Bagian HOQ

- Bagian A (Kebutuhan Pelanggan) berisi daftar keinginan dan kebutuhan pelanggan (*voice of customer*) untuk menentukan segmen pasar apa yang akan dianalisis dan mengidentifikasi kebutuhan pelanggan melalui riset terhadap pelanggan. Agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan, perusahaan mengatur spesifikasi kinerja tertentu yang di gambarkan pada bagian C.
- Bagian B (Matriks Perencanaan) berisi tentang penilaian pelanggan terhadap pelayanan yang diberikan, kepentingan relatif dan tingkat kepuasan pelanggan akan produk atau jasa pesaing. Bagian ini adalah yang dijadikan pedoman dalam membuat keputusan untuk perbaikan.
- Bagian C (Karakteristik Teknis) yang berisi bahasa teknis perusahaan berdasarkan tinggi rendahnya kebutuhan atas produk atau jasa yang di rencanakan untuk dikembangkan. Penggambaran teknik ini di dapatkan dari kebutuhan pelanggan pada bagian A.
- Bagian D (Matriks Hubungan) berisi tentang hubungan antara keinginan pelanggan dengan karakteristik teknis dan kuat rendahnya hubungan antara keduanya kedalam simbol sebagai berikut:
 - = hubungan kuat
 - = hubungan sedang
 - △ = hubungan lemah

- Bagian E (Respon Teknis) untuk menilai hubungan antara masing-masing respon teknis simbol yang digunakan untuk menggambarkan hubungannya adalah:
 - + + = hubungan kuat positif
 - + = hubungan positif
 - - = hubungan kuat negative
 - = hubungan negatif
- Bagian F (Matriks Teknis) berisi informasi mengenai prioritas tanggapan teknis berdasarkan kebutuhan dan harapan pelanggan pada bagian B dan hubungannya dengan bagian D, kepentingan absolut, dan kepentingan relatif.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. MMP yang terletak di Kabupaten Sukoharjo. PT. MMP sendiri merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang *plastic injection* yang memproduksi berbagai macam produk dengan bahan baku utama plastik, seperti sendok, garpu, hingga *thinwall*. Adapun yang akan menjadi objek penelitian adalah kemampuan proses produksi plastik.

3.2 Jenis Data

Pada penelitian ini terdapat dua jenis data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder. Berikut data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini yaitu berupa pengamatan pada proses produksi dan data hasil wawancara mengenai sebab – sebab yang menyebabkan terjadinya cacat produk pada proses produksi.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Data produksi yang meliputi data jumlah produksi.
- b. Data jumlah cacat dan jenis cacat yang terjadi pada produk.

3.3 Instrumen Penelitian

Berikut merupakan instrument penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Laptop Asus
2. *Smartphone*
3. Kuesioner sebab – akibat
4. *Software* Microsoft Excel 2016
5. *Software* Microsoft Word 2016

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan cara:

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka dalam penelitian ini merupakan tinjauan komperhensif hasil kerja penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya baik yang telah dipublikasikan atau tidak dipublikasikan dari bidang penelitian yang berkaitan dengan tema penelitian yang dilakukan.

2. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan peninjuan secara langsung di tempat penelitian. *Output* dari observasi bertujuan untuk mengetahui proses produksi dan kondisi lingkungan perusahaan.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung dengan pihak perusahaan untuk mendapatkan informasi berdasarkan tujuan penelitian. Harapan dari hasil wawancara adalah untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di perusahaan.

3.5 Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini pengolahan data dilakukan dengan pendekatan DMAIC. Metode *Six Sigma*, FMEA, dan QFD dipilih sebagai metode yang digunakan untuk menentukan tindakan perbaikan atau usulan yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan agar dapat mencapai tujuan dari penelitian ini yaitu meningkatkan kemampuan proses produksi dan merancang perbaikan bagi perusahaan. Pengolahan data dilakukan setelah seluruh data yang dibutuhkan terkumpul. Tahap – tahap pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu (Gaspersz, 2002):

1. *Define*

Pada tahap ini peneliti akan mendefinisikan dan menyeleksi permasalahan yang akan diselesaikan. *Tools* yang akan digunakan pada tahap ini adalah Diagram SIPOC. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Costumer*) merupakan sebuah *tools* yang digunakan dalam metode *six sigma* yang bertujuan untuk mengetahui aliran proses pembuatan dari bahan dasar plastic hingga

menjadi produk jadi sehingga dapat diketahui proses kunci pembuatan kinerja dan proses yang menyebabkan kecacatan pada produk plastic tersebut.

2. Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran kemampuan proses produksi yang terjadi di PT. MMP. Berikut Langkah – Langkah pengolahan data yang dilakukan:

a. Penentuan *Critical to Quality* (CTQ)

Tahap pertama menentukan karakteristik dari CTQ, yaitu dengan memilih objek yang telah ditetapkan sesuai dengan kebutuhan dari spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan. Dan kemudian ditentukan jenis cacat yang kemungkinan terjadi pada produk hasil produksi.

b. Perhitungan Kemampuan Proses

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan DPMO (*Deffect Per Million Oppurtunity*) dan Nilai *Sigma* sebelum dilakukannya tahap *analyze* dan *improvement*. DPMO dapat dihitung menggunakan rumus:

$$DPMO = \frac{D}{U \times O} \times 1.000.000 \quad (16)$$

Keterangan:

DPMO = *Deffect Per Million Oppurtunity*

D = Jumlah Defect

U = Jumlah Unit

O = Jumlah Kesempatan yang akan mengakibatkan cacat

Untuk menghitung nilai sigma dapat dilakukan menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel 2016* dengan rumus sebagai berikut:

$$=normsinv((1000000-DPMO)/1000000+1,5) \quad (17)$$

Angka 1,5 merupakan konstanta sesuai dengan konsep Motorola yang mengizinkan terjadi pergeseran pada nilai – nilai rata – rata sebesar $\pm 1,5$ sigma.

3. *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah kualitas terhadap kemampuan proses produk plastic dengan menggunakan:

a. Pembuatan Peta Kendali

Pada penelitian ini peta kendali yang digunakan adalah Peta P. peta P dipilih karena jumlah produksi tiap produk yang berbeda dan jumlah produk yang cacat lebih kecil dari pada jumlah produksi. Adapun perhitungan untuk peta kendali adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Proporsi

$$\text{Proporsi} = \frac{\text{Jumlah cacat ke-}i}{\text{Jumlah produk ke-}i} \quad (18)$$

2. Menghitung *Mean* atau *Center Line* (CL)

$$\bar{p} = CL = \frac{\sum \text{total cacat}}{\sum \text{total produk}} \quad (19)$$

3. Menghitung *Upper Control Limit* (UCL)

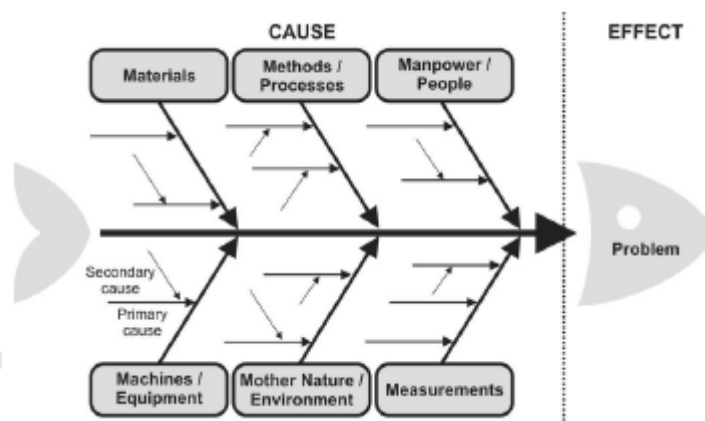
$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (20)$$

4. Menghitung *Lower Control Limit* (LCL)

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (21)$$

b. Diagram sebab – akibat (*fishbone diagram*)

Diagram sebab-akibat digunakan sebagai pedoman teknis dari fungsi- fungsi operasional proses produksi untuk memaksimalkan nilai-nilai kesuksesan tingkat kualitas produk sebuah perusahaan pada waktu bersamaan dengan memperkecil resiko-resiko kegagalan yaitu dengan menentukan dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan standar yang telah diterapkan oleh perusahaan. Berikut contoh *fishbone diagram*:



Gambar 3. 1 Contoh *Fishbone Diagram*

c. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Setelah mendapatkan faktor penyebab apa saja yang menyebabkan kecacatan, selanjutnya faktor penyebab tersebut diolah menggunakan metode FMEA. FMEA digunakan untuk menentukan prioritas dari faktor penyebab cacat yang harus segera diperbaiki berdasarkan nilai RPN yang tertinggi. Tahapan yang harus dilakukan dalam metode ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan komponen dari sistem atau alat yang akan dianalisis.
 Produk yang akan dianalisa adalah produk plastik, data pembuatan produk dimulai dari periode
2. Identifikasi jenis – jenis kesalahan (*failure mode*).
 Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi setiap penyimpangan dari spesifikasi yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel yang mempengaruhi produksi.
3. Identifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan dari kesalahan tersebut.
 Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi akibat atau konsekuensi yang didapat dari *failure mode* pada tahap setelahnya, operasi, produk, pelanggan, dan atau peraturan pemerintah
4. Identifikasi penyebab (*potential causes*) yang terjadi pada proses yang berlangsung.
 Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi faktor-faktor apa saja yang dapat membuat produk menjadi gagal.

5. Menetapkan *severity rating* (S).

Severity merupakan dampak dari suatu kegagalan. Nilai *severity* dapat diketahui dengan jelas karena berkaca pada pengalaman. Tingkat *severity* dalam proses FMEA dapat dilihat dalam tabel dibawah.

Tabel 3. 1 Tabel *Severity*

Rank	<i>Severity</i>	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalankegagalan system yang menghasilkan efek yang sangat berbahaya.
9	Berbahaya dengan peringatan	System yang menghasilkan efek yang berbahaya.
8	Sangat tinggi	System tidak beroperasi
7	Tinggi	System beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh.
6	Sedang	System beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi <i>output</i>
5	Rendah	Mengalami penutunan secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa system
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja system
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja system
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

6. Menetapkan *occurance rating* (O).

Occurance didapatkan dari data aktual. Jika data aktual tidak ada, tim FMEA harus menghitung berapa jumlah kegagalan sering muncul. Tabel dibawah merupakan tingkat *occurance* dalam proses FMEA.

Tabel 3. 2 Tabel *Occurance*

Rank	<i>Occurance</i>	Deskripsi
9-10	Sangat tinggi	Sering gagal
7-8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
5-6	Sedang	<i>Jarang terjadi kegagalan</i>
3-4	Rendah	Sangat kecil kegagalan

Rank	Occurance	Deskripsi
1-2	Tidak ada efek	Hampir tidak ada kegagalan

7. Menetapkan *detection rating* (D).

Detection dilakukan dengan melihat penyebab dan akibat kegagalan. Kemampuan deteksi dikatakan rendah jika tidak ada pengendalian setelah ditemukan kegagalan. Tingkat *detection* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 3 Tabel *Detection*

Rank	Detection	Deskripsi
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
9	Sangat kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>very remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8	Kecil	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>remote</i> ” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau

Rank	Detection	Deskripsi
		mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
5	Sedang	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>moderate</i> ” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
4	Menengah ke atas	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “ <i>moderately High</i> ” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

8. Menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN).

Fungsi dari RPN sendiri adalah untuk merangking atau mengurutkan kelemahan proses agar dapat lebih baik. Dimana nilai terbesar adalah penting untuk segera dilakukan perbaikan. Untuk menghitung RPN digunakan rumus seperti dibawah ini.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (22)$$

Dimana:

RPN = Risk Priority Number

Severity = Nilai Dampak

Occurrence = Nilai Kemungkinan

Detection = Nilai Deteksi

4. *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap peningkatan kualitas *six sigma* dengan melakukan pengukuran yang dilihat dari peluang, kerusakan, proses kapabilitas saat ini, rekomendasi ulasan perbaikan, menganalisa kemudian Tindakan perbaikan dilakukan. Pada tahap ini merupakan pelaksanaan dari aktivitas perbaikan berdasarkan hasil analisa dari tahap sebelumnya sehingga dapat meningkatkan performasi kualitas. Proses perbaikan dapat dilakukan dengan menggunakan metode QFD. Adapun tahapan yang perlu dilakukan dalam metode QFD adalah sebagai berikut:

5. Penentuan *Costumer Requirements*.

Dalam menentukan *costumer requirements*, peneliti melakukan wawancara dengan pihak *expert* yang ada di perusahaan. Penentuan *costumer requirements* ini bertujuan untuk mengetahui proses apa saja yang diinginkan agar kualitas proses produksi menjadi lebih baik.

6. Penentuan *Importance Rattting*.

Penentuan *importance rattting* bertujuan untuk mengetahui seberapa penting atribut – atribut dari *costumer requiments*.

7. Menentukan Karakteristik Teknis (*Technical Requirements*).

Karakter teknis merupakan penerjemahan atribut *costumer requirement* dalam bentuk teknis agar dapat dijalankan secara langsung.

8. Menentukan hubungan *Costumer Requirements* dan *Technical Requirements*.

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hubungan antara *Costumer Requirements* dan *Technical Requirements*, sehingga dapat diketahui apakah

kebutuhan proses memiliki hubungan yang kuat (●), sedang (○), atau lemah (Δ) terhadap Persyaratan Teknisnya.

9. Menghitung Bobot Kolom

Nilai bobot kolom didapat dari perkalian dan penjumlahan *importance rating* dengan nilai matrik hubungan kebutuhan proses dan karakteristik teknis.

10. Matriks Korelasi

Matriks korelasi adalah sebuah tabel berbentuk segitiga yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antar satu karakteristik teknis dengan karakteristik teknis yang lainnya.

11. Perhitungan Bobot Baris

Pada tahap ini terdapat beberapa perhitungan, yaitu perhitungan *goal* yang merupakan *level performance* yang ingin dicapai oleh perusahaan, *sales point* yang merupakan informasi kemampuan proses perusahaan berdasarkan seberapa baik kemampuan proses tersebut dapat terpenuhi dan memberikan pengaruh terhadap peningkatan kualitas produk, *improvement ratio* yang merupakan perbandingan antara nilai *goal* dan nilai posisi kemampuan proses perusahaan saat ini, dan terakhir adalah perhitungan bobot baris yang didapatkan dari perkalian antara *importance rating*, *improvement ratio*, dan *sales point*.

12. Pembuatan *House of Quality* (HOQ)

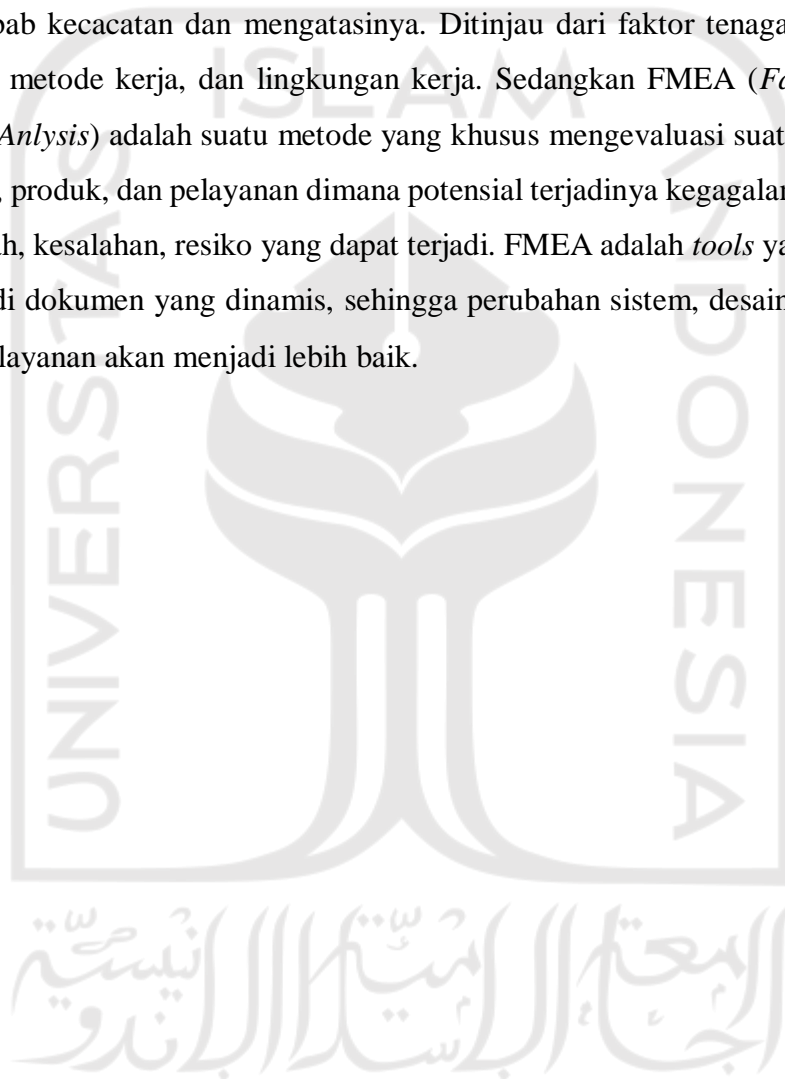
Tahap terakhir pada metode QFD adalah pembuatan HOQ. HOQ berisikan *process requirement*, *technical requirement*, *importance rating*, korelasi antar *technical requirement*, matriks hubungan antara *customer requirement* dan *technical requirement*, dan kepentingan. Informasi – informasi yang ada didalam HOQ berguna bagi perusahaan dalam menentukan tindakan perbaikan apa yang harus segera dilakukan untuk meningkatkan kemampuan proses produksi perusahaan.

5. *Control*

Pada tahap *control*, hasil dari peningkatan kualitas akan direkomendasikan dan disebarluaskan kepada penanggungjawab proses yang nantinya akan kemudian diintegrasikan kedalam praktik bisnis perusahaan sebagai langkah pengendalian kualitas.

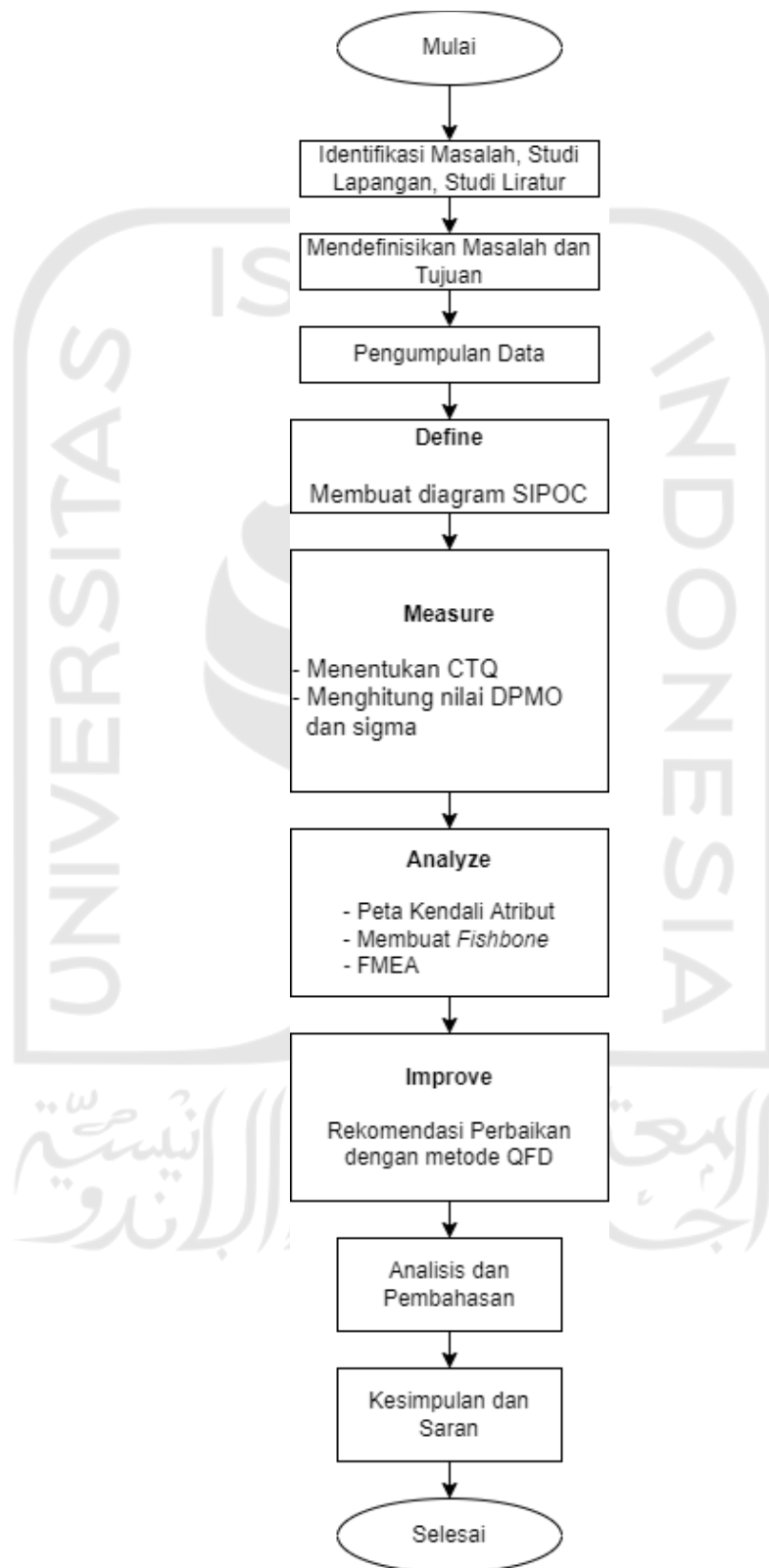
3.6 Metode Analisis

Pada tahap analisis data dilakukan pada saat data telah didapat dan diolah, maka digunakan diagram sebab-akibat (*fishbone*) dan juga FMEA. Diagram *Fishbone* adalah alat yang digunakan untuk menemukan penyebab timbulnya persoalan serta akibat yang ditimbulkan. Diagram ini penting untuk mengidentifikasi secara tepat hal – hal yang menyebabkan cacat (*defect*) dan kemudian mencoba untuk menentukan penyebab kecacatan dan mengatasinya. Ditinjau dari faktor tenaga kerja, material, mesin, metode kerja, dan lingkungan kerja. Sedangkan FMEA (*Failure Mode and Effect Anlysis*) adalah suatu metode yang khusus mengevaluasi suatu sistem, desain, proses, produk, dan pelayanan dimana potensial terjadinya kegagalan akibat berbagai masalah, kesalahan, resiko yang dapat terjadi. FMEA adalah *tools* yang *powerful* dan menjadi dokumen yang dinamis, sehingga perubahan sistem, desain, proses, produk dan pelayanan akan menjadi lebih baik.



3.7 Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

Dari gambar diagram alir di atas, dapat diketahui bahwa tahap awal dari penelitian ini merupakan tahapan identifikasi masalah. Tahapan identifikasi masalah pada PT.MMP dilakukan dengan wawancara secara langsung direktur PT.MMP. Selain itu pada tahapan ini juga dilakukan studi lapangan dan studi literatur. Pada tahapan studi lapangan dilakukanya observasi dan eksplorasi pada rantai produksi di PT.MMP dan studi literatur dilakukan untuk mengetahui gambaran terhadap permasalahan yang ditemui serta penyelesaiannya. Studi literatur ini dilakukan dengan mencari kajian teoritis maupun kajian induktif dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kajian teoritis yang didapatkan meliputi kajian yang berkaitan dengan metode dan tools yang akan digunakan pada penelitian ini, sedangkan pada kajian induktif dari riset-riset terdahulu digunakan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan serta keunikan dari penelitian yang dilakukan. Studi literatur ini dilakukan menggunakan buku, jurnal, website, berita, serta informasi lainnya.

Selanjutnya dari hasil identifikasi masalah, mengkaji sumber terpercaya dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, tahapan selanjutnya adalah mendefinisikan masalah serta menentukan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan. Permasalahan serta tujuan ini menjadi dasar dari penelitian yang akan dilakukan.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data. Pada tahap ini peneliti akan mengumpulkan data – data yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Data – data tersebut seperti data jumlah produksi, data jumlah produk cacat, serta data hasil wawancara mengenai sebab – akibat yang terjadinya produk cacat pada proses produksi.

Selanjutnya masuk ke tahap pengolahan data. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode *six sigma* dengan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) namun pada penelitian ini, peneliti hanya akan melakukan pengolahan hingga ke tahap *improve*. Tahap pertama adalah tahap *define*. Pada tahap ini peneliti mendefinisikan alur proses pembuatan produk plastic menggunakan diagram SIPOC yang meliputi *supplier, input, process, output, dan customer*.

Selanjutnya adalah tahap *measure*. Di tahap *measure* ini akan dilakukan perhungan terhadap kemampuan proses produksi produk plastic di perusahaan. Pada tahap ini, peneliti akan menentukan *Critical to Quality* (CTQ) atau jenis kecacatan yang terjadi selama proses produksi produk plastic. Selanjutnya akan dilakukan pengukuran nilai DPMO dan nilai sigma dari cacat produk yang terjadi. Nilai sigma berfungsi untuk melihat apakah proses produksi yang terjadi sudah baik atau belum.

Tahap selanjutnya adalah tahap *analyze*. Pada tahap ini akan dilakukan pengukuran pada data historis cacat produk dengan menggunakan control chart untuk mengetahui apakah cacat produk yang terjadi masih dalam batas yang wajar atau tidak. Selain itu pada tahap ini akan diketahui pula akar penyebab dari terjadinya produk cacat dengan dilakukannya analisis kemampuan proses menggunakan diagram sebab akibat (*cause effect diagram*) atau biasa disebut sebagai *fishbone* diagram. Selain itu metode FMEA juga digunakan untuk menentukan prioritas dari faktor penyebab cacat yang harus segera diperbaiki berdasarkan nilai RPN yang tertinggi.

Tahap terakhir dari pengolahan data adalah tahap *improve*. Pada tahap ini merupakan pelaksanaan dari aktivitas perbaikan berdasarkan hasil analisa dari tahap sebelumnya sehingga dapat meningkatkan performasi kualitas. Proses perbaikan dapat dilakukan dengan menggunakan metode QFD.

Setelah melakukan pengolahan data, tahapan selanjutnya adalah analisis dan pembahasan. Pada tahap ini akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan. Tahapan terakhir adalah penyusunan kesimpulan yang didapatkan sesuai dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan diawal. Selain itu, saran juga dirumuskan peneliti untuk perbaikan penelitian yang akan datang.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Produksi dan Cacat

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data atribut yang berupa data jenis cacat yang terjadi selama proses produksi, data jumlah produksi dan data jumlah cacat produk periode Juli 2021 hingga September 2021. Jenis cacat yang sering terjadi dalam proses produksi produk plastic adalah cacat *short shot*, cacat bintik hitam, dan cacat *flashing*. Berikut adalah data jenis cacat produk plastic selama proses produksi, data jumlah produksi dan data jumlah cacat produk periode Juli 2021 hingga September 2021:

Tabel 4. 1 Jenis Cacat

No.	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Kg)
1.	<i>Short Shot</i>	5273,95
2.	Bintik Hitam	4193,48
3.	<i>Flashing</i>	2837,33
Jumlah		12304,76

Tabel 4. 2 Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat

No	Bulan	Minggu ke-	Produksi (Kg)	Cacat (Kg)
1	JUL	1	20467,41	1054,42
2		2	16702,81	876,38
3		3	17998,53	754,09
4		4	20781,43	957,78
5	AGS	1	13172,16	561,65

No	Bulan	Minggu ke-	Produksi (Kg)	Cacat (Kg)
6		2	18156,84	755,20
7		3	18162,35	611,26
8		4	27724,60	1760,65
9		1	28267,96	2391,33
10	SEP	2	20554,61	1700,65
11		3	20035,93	1299,00
12		4	16948,53	885,76
Total			238973,14	13608,17
Rata - rata			19914,43	1134,01

4.1.2 Penentuan Kebutuhan Konsumen (*Costumer Need*)

Costumer dalam penelitian ini adalah kepala bagian produksi di perusahaan atau bisa dikatakan pihak *expert*. Penentuan *costumer need* ini dilakukan dengan mewawancarai pihak *expert* untuk mengidentifikasi atribut proses apa saja yang diperlukan untuk meningkatkan kemampuan proses produksi di PT. MMP. Dari hasil wawancara didapatkan atribut yang diperlukan sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Atribut Kebutuhan Konsumen

No.	Atribut Kebutuhan Konsumen
1.	Kondisi mesin baik
2.	Proses injeksi sempurna
3.	Proses pelelehan lancar
4.	Material bersih
5.	Mold terawat
6.	Proses pencetakan akurat

4.1.3 Penentuan *Importance Rating*

Importance rating atau nilai kepentingan atribut ini diberikan oleh pihak yang sudah *expert* dalam bidangnya. Pemberian *importance rating* bertujuan untuk mengetahui seberapa penting *costumer requirement* tersebut. Nilai *importance rating* yang dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4. 4 Penentuan *Importance Rating*

Kebutuhan Konsumen	<i>Importance Rating</i>
Kondisi mesin baik	5
Proses injeksi sempurna	4,5
Proses pelelehan lancar	5
Material bersih	4
Mold terawat	5
Proses pencetakan akurat	4

4.1.4 Menentukan Karakteristik Teknis dan Target Spesifikasi

Technical Requirement merupakan penerjemahan atribut *costumer requirement* dalam bentuk teknis agar dapat dijalankan secara langsung. Pada bagian ini terdapat target spesifik yang akan ditetapkan berdasarkan kemampuan perusahaan yang telah ditetapkan. *Technical Requirement* dari masing – masing atribut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 5 Persyaratan Teknis

No.	Atribut Kebutuhan Konsumen	Persyaratan Teknis	Target Spesifikasi
1	Kondisi mesin baik	Pemeliharaan mesin	Pembersihan selama ± 30 menit Mengganti oli Pemeliharaan dilakukan 10 hari sekali
2	Proses injeksi sempurna	Pengaturan parameter proses injeksi	Tekanan ± 55 bar Kecepatan injeksi ± 120 mm/s <i>Injection time</i> $\pm 2,4$ s Suhu <i>noozle</i> $\pm 175^\circ\text{C}$ Suhu <i>barrel</i> $\pm 210^\circ\text{C}$

No.	Atribut Kebutuhan Konsumen	Persyaratan Teknis	Target Spesifikasi
3	Proses pelelehan lancar	Pengaturan parameter proses pelelehan material	Suhu pelelehan material PP diantara 200°C - 300°C Suhu pelelehan material PS diantara 180°C - 260°C Kecepatan proses pelelehan ±15 s/gr
4	Material bersih	Perawatan material	Pencucian material selama 5 menit Pengeringan material dengan cara di-press
5	Mold terawat	Pemeliharaan mold	Pembersihan selama ±30 menit Pemeliharaan dilakukan 10 hari sekali
6	Proses pencetakan akurat	Pengaturan parameter proses pencetakan	Suhu <i>cavity</i> 10°C - 100°C <i>Cooling time</i> ±26 s <i>Holding pressure</i> ±40 bar
		Penentuan bentuk mold	Menggunakan mold garpu Menggunakan mold sendok Menggunakan mold waku

4.2 Pengolahan Data

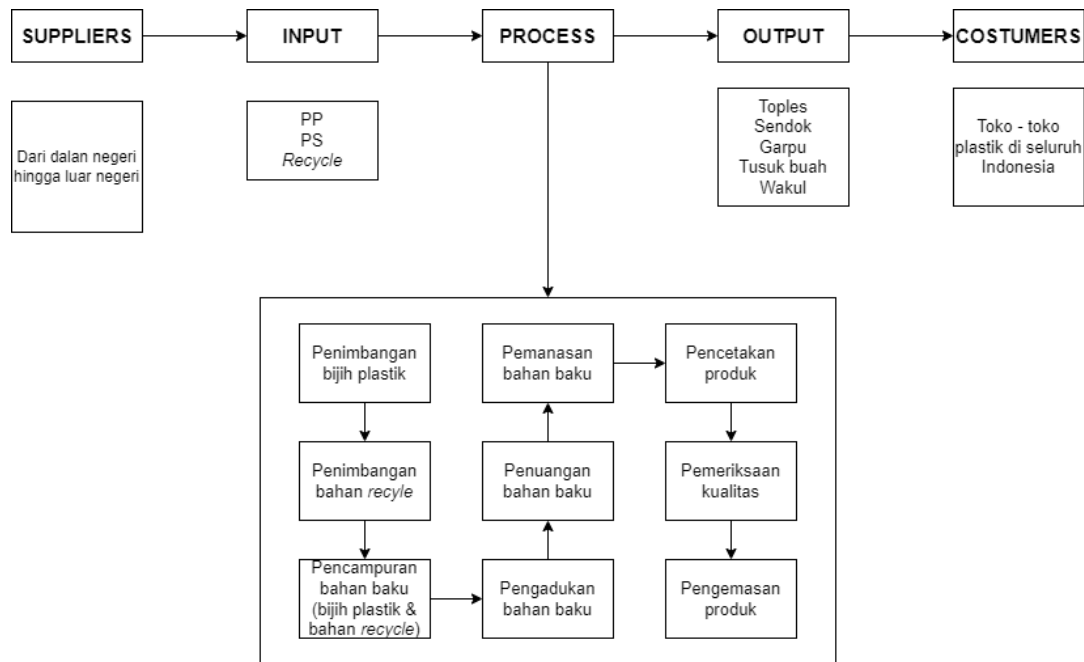
Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan proses produksi plastic di perusahaan dan untuk mengetahui karakteristik dominan cacat produk sehingga dapat dilakukannya perbaikan. Dalam pengolahan data ini dilakukan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*). Namun pada penelitian ini hanya akan melakukan pengolahan data hingga tahap *Improve* saja, sedangkan tahap *Control* akan dilakukan oleh perusahaan sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan.

4.2.1 Tahap *Define*

4.2.1.1. Pembuatan Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, dan Costumer*) menggambarkan mengenai aliran proses produksi produk plastic yang dimulai dari kegiatan

pengadaan bahan baku dari *supplier* hingga pengiriman produk jadi kepada *costumer*. Berikut merupakan diagram SIPOC pada produk plastic di PT. MMP:



Gambar 4. 1 Diagram SIPOC Produk Plastik

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat aliran proses produksi yang terjadi di perusahaan. Aliran produksi tersebut dimulai dari pengadaan bahan baku oleh supplier yang berada didalam dan diluar negeri. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi adalah bijih plastic dengan jenis PP (*polypropylene*) dan PS (*polystyrene*). Lalu bahan baku tersebut akan diproses hingga menjadi produk jadi. Produk jadi tersebut berupa toples, sendok, garpu, tusuk buah, dan wakul. Produk tersebut akan dikirimkan kepada *costumer* yang tersebar di seluruh Indonesia.

4.2.2 Tahap Measure

4.2.2.1 Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)

Karakteristik kualitas atau jenis cacat sangat berkaitan erat dengan data atribut. Penentuan CTQ ini didapatkan dari data perusahaan. Data penelitian yang digunakan dimulai dari bulan Juli 2021 hingga September 2021. Masing -masing CTQ dihitung persentasenya untuk menentukan CTQ mana yang menjadi prioritas utama untuk

dilakukannya perbaikan. Berikut ini adalah data CTQ pada produk plastic di PT.MMP:

Tabel 4. 6 Tabel CTQ

No.	CTQ	Jumlah Cacat (Kg)	Persentase	% Kumulatif
1.	<i>Short Shot</i>	5273,95	43%	43%
2.	Bintik Hitam	4193,48	34%	77%
3.	<i>Flashing</i>	2837,33	23%	100%
Jumlah		12304,76	100%	

Dari tabel 4.1 diketahui bahwa terdapat 3 CTQ atau jenis cacat yang sering terjadi selama proses produksi produk berlangsung. Jenis cacat dengan persentase kejadian terbesar terletak pada jenis cacat *short shot* dengan persentase sebesar 43%. Jenis cacat terbesar kedua adalah jenis cacat bintik hitam, dengan persentase sebesar 34%. Dan terakhir jenis cacat *flashing* dengan persentase kejadian sebesar 23%.

4.2.2.2 Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma

Perhitungan kemampuan proses bertujuan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir dari proses dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Data diambil dari data historis perusahaan periode April 2021 hingga September 2021. Hasil pengukuran pada tingkat *output* berupa data atribut, yang akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO dan Kapabilitas Sigma. Pada penelitian ini, perhitungan DPMO dan nilai sigma dilakukan menggunakan *Software Microsoft Excel 2016*. Sebelumnya, untuk mengetahui nilai DPMO harus diketahui jumlah produksi, jumlah cacat produk dan jenis cacat yang terjadi. Berdasarkan data historis, pada bulan Juli 2021 minggu pertama jumlah produksi yang ditemukan cacat sebesar 20467,41 dengan jumlah produk cacat sebanyak 1054,42 produk dan jumlah *Critical To Quality* (CTQ) sebanyak 3 jenis cacat, sehingga diperoleh hasil DPMO sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times 1054,42}{20467,41 \times 10} = 17.172,34$$

Setelah dilakukan perhitungan dan didapatkan nilai DPMO, selanjutnya adalah menghitung nilai dari *sigma*.

$$\begin{aligned}\text{Nilai Sigma} &= \left(\frac{\text{normsinv}(1.000.000 - \text{DPMO})}{1.000.000} \right) + 1,5 \\ &= \left(\frac{\text{normsinv}(1.000.000 - 17.172,34)}{1.000.000} \right) \\ &= 3,62\end{aligned}$$

Sedangkan, untuk hasil dari perhitungan DPMO dan tingkat *Sigma* produksi *packaging* pada periode bulan Juli 2021 – September 2021 dapat dilihat pada tabel 4.7:

Tabel 4. 7 Nilai DPMO dan Nilai Sigma

No	Bulan	Minggu ke-	Produksi (kg)	Cacat (kg)	CTQ	DPMO	Nilai Sigma
1	JUL	1	20467,41	1054,42	3	17172,34	3,62
2		2	16702,81	876,38	3	17489,68	3,61
3		3	17998,53	754,09	3	13965,77	3,70
4		4	20781,43	957,78	3	15362,75	3,66
5	AGS	1	13172,16	561,65	3	14213,06	3,69
6		2	18156,84	755,20	3	13864,38	3,70
7		3	18162,35	611,26	3	11218,44	3,78
8		4	27724,60	1760,65	3	21168,32	3,53
9	SEP	1	28267,96	2391,33	3	28198,36	3,41
10		2	20554,61	1700,65	3	27579,38	3,42
11		3	20035,93	1299,00	3	21611,18	3,52
12		4	16948,53	885,76	3	17420,59	3,61
Total			238973,14	13608,17	36	219264,26	43,25
Rata - rata			19914,43	1134,01	3,00	18272,02	3,60

Sumber: Data diolah

Nilai sigma menunjukkan gambaran kinerja proses, dari tabel 4.7 nilai sigma terendah terletak pada bulan September 2021 Minggu ke-1 dengan nilai DPMO sebesar 28198,36 dan nilai sigma sebesar 3,41 sigma. Sedangkan nilai sigma tertinggi terdapat pada bulan Agustus 2021 Minggu ke-3 dengan nilai DPMO sebesar 11218,44 dan nilai sigma sebesar 3,78 sigma.

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa proses pembuatan produk plastic memiliki kemampuan proses yang masih jauh dari target yang ingin dicapai oleh perusahaan. Berdasarkan hasil diskusi bersama, pihak perusahaan menetapkan target *six sigma* pada level 4 sigma. Hal ini dikarenakan perusahaan menginginkan

peningkatan kemampuan proses produksi secara bertahap dan perlahan. Oleh karena itu perusahaan harus segera melakukan perbaikan pada proses produksi agar target *six sigma* tersebut dapat tercapai.

4.2.3 Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah kualitas terhadap kemampuan proses produk plastik. Pada tahap ini *tools* yang digunakan adalah *Fishbone Diagram* dan FMEA.

4.2.3.1 Peta Kendali

Pada penelitian ini peta kendali yang digunakan adalah Peta P (P – Chart). Pembuatan P – Chart ini bertujuan untuk mengetahui apakah produk plastic masih didalam data batas kendali. P – Chart terdiri dari nilai proporsi (p), *Control Limit* (CL), *Upper Control Limit* (UCL), dan *Lower Control Limit* (LCL). Berikut perhitungan Peta Kendali P pada Bulan Juli 2021 Minggu 1:

$$\begin{aligned} \text{a) Proporsi} &= \frac{\text{jumlah produk cacat ke-}i}{\text{jumlah produk inspeksi ke-}i} \\ &= \frac{1054,42}{20467,41} \\ &= 0,0515 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) CL} &= \bar{P} \\ &= \frac{\sum np}{\sum n} \\ &= \frac{238973,14}{13608,17} \\ &= 0,0569 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) UCL} &= \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P} \cdot (1-\bar{P})}{n}} \\ &= 0,0569 + 3\sqrt{\frac{0,43 \times (1-0,0569)}{54500}} \\ &= 0,0618 \end{aligned}$$

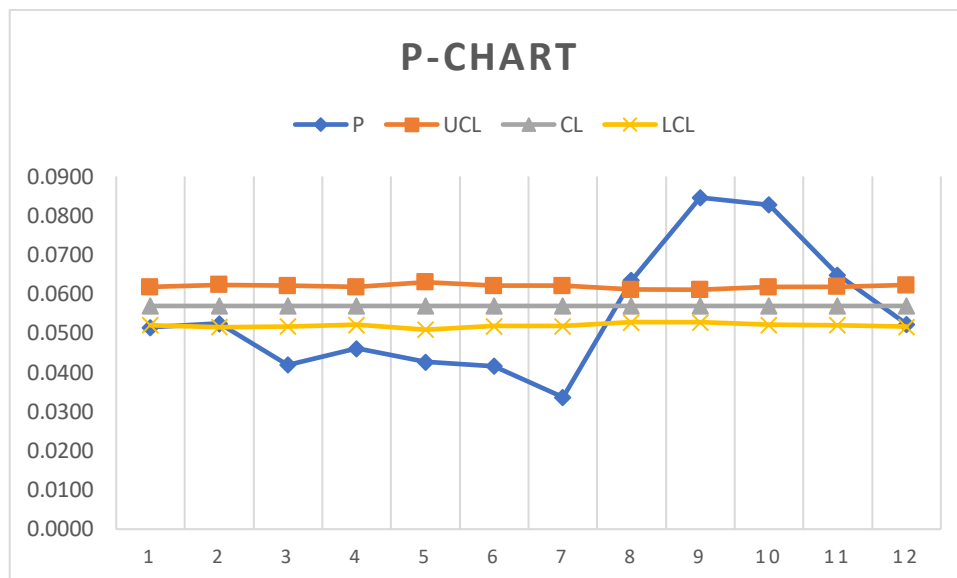
$$\begin{aligned}
 \text{d) LCL} &= \bar{P} - 3\sqrt{\frac{P \cdot (1-P)}{n}} \\
 &= 0,0569 - 3\sqrt{\frac{0,43 \times (1-0,0569)}{54500}} \\
 &= 0,0521
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitan hasil perhitungan nilai P, UCL, CL, dan LCL periode Juli 2021 – September 2021 yang telah dilakukan menggunakan *Software Microsoft Excel 2016*:

Tabel 4. 8 Perhitungan Peta Kendali P

No	Bulan	Minggu ke-	Produksi	Cacat	P	UCL	CL	LCL
1	JUL	1	20467,41	1054,42	0,0515	0,0618	0,0569	0,0521
2		2	16702,81	876,38	0,0525	0,0623	0,0569	0,0516
3		3	17998,53	754,09	0,0419	0,0621	0,0569	0,0518
4		4	20781,43	957,78	0,0461	0,0618	0,0569	0,0521
5	AGS	1	13172,16	561,65	0,0426	0,0630	0,0569	0,0509
6		2	18156,84	755,20	0,0416	0,0621	0,0569	0,0518
7		3	18162,35	611,26	0,0337	0,0621	0,0569	0,0518
8		4	27724,60	1760,65	0,0635	0,0611	0,0569	0,0528
9	SEP	1	28267,96	2391,33	0,0846	0,0611	0,0569	0,0528
10		2	20554,61	1700,65	0,0827	0,0618	0,0569	0,0521
11		3	20035,93	1299,00	0,0648	0,0619	0,0569	0,0520
12		4	16948,53	885,76	0,0523	0,0623	0,0569	0,0516
TOTAL			238973,14	13608,17				

Tabel 4.8 merupakan hasil rekapitulasi data CL, UCL, dan LCL dari data atribut periode Juli 2021 hingga September 2021. Dari data 4.8 kemudian perhitungan tersebut dikonversikan kedalam bentuk P – Chart untuk menggambarkan secara jelas apakah data tersebut dalam keadaan terkendali secara statistic atau tidak. Berikut ini adalah gambar dari P – Chart dari data – data yang diperoleh:

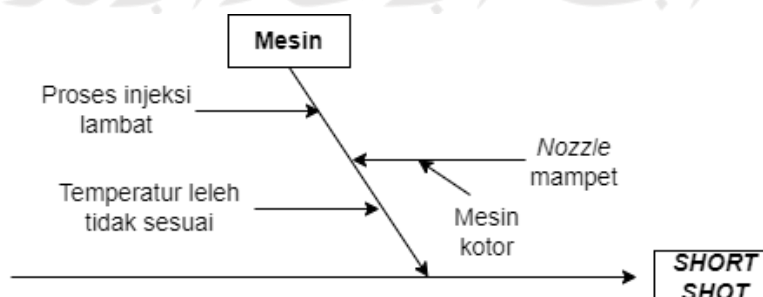


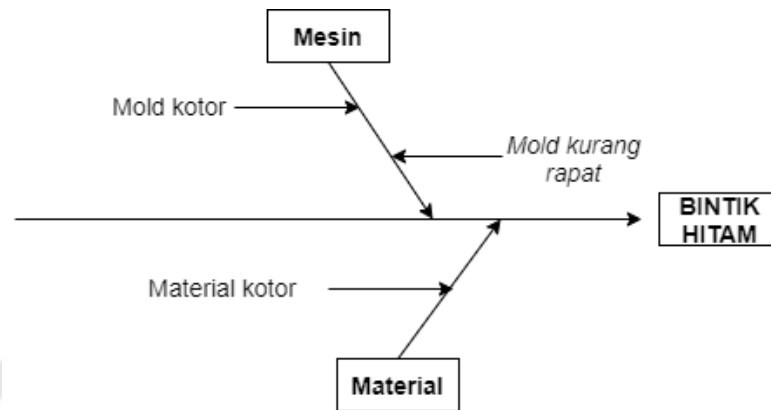
Gambar 4. 2 P-Chart

Berdasarkan gambar 4.2, dapat diketahui bahwa proses produksi produk plastik dalam keadaan yang tidak terndali dan belum stabil. Hal ini dikarenakan proporsi produk cacat masih naik turun dan masih banyak titik yang berada diluar batas kendali. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan dalam proses produksinya agar kemampuan proses dapat meningkat dan jumlah produk cacat dapat menurun.

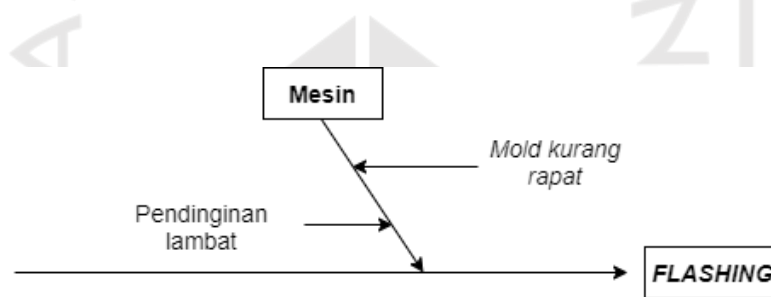
4.2.3.2 *Fishbone Diagram (Diagram Sebab – Akibat)*

Fishbone diagram atau diagram sebab – akibat digunakan untuk memberikan informasi terkait dengan sebab - sebab yang menyebabkan terjadinya sebuah kecacatan pada produk. Berikut diagram sebab – akibat dari produk cacat produk *short shot*, bintik hitam, dan *flashing* yang terjadi selama proses produksi di PT.MMP:

Gambar 4. 3 Diagram Sebab Akibat Cacat *Short Shot*



Gambar 4. 4 Diagram Sebab Akibat Cacat Bintik Hitam



Gambar 4. 5 Diagram Sebab Akibat Cacat *Flashing*

Berdasarkan diagram 4.8, diagram 4.9, dan diagram 4.10 dapat diketahui hubungan sebab dan akibat dari terjadinya suatu kecacatan pada produk. kecacatan tersebut disebabkan oleh 2 faktor yaitu faktor mesin dan faktor material. Setelah perusahaan mengetahui penyebab kecacatan produk, selanjutnya perusahaan perlu melakukan tindakan pencegahan agar kecacatan produk tersebut tidak terjadi kembali.

4.2.3.3 FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*)

Penggunaan FMEA bertujuan agar perusahaan lebih mengerti permasalahan yang ada. Setelah itu langkah preventif akan dilakukan untuk mengurangi kegagalan yang terjadi. Metode ini juga dapat menjadi acuan untuk melakukan evaluasi proses. Agar dapat mempermudah Ketika membuat FMEA, dibutuhkan hasil dari RPN (*Risk Priority Number*). RPN bertujuan untuk meranking atau mengurutkan kelemahan proses agar dapat lebih baik. Dimana nilai terbesar adalah penting untuk segera dilakukan perbaikan. Perhitungan RPN dilakukan dengan mengkalikan nilai

Severit, *Occurrence*, dan *Detection*. Hasil RPN dikategori kan menjadi 3 kategori sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Tabel RPN

<i>Risk Priority Category</i>	
<i>Urgent Action</i>	RPN 200+
<i>Imrovement Required</i>	RPN 100 – 199
<i>No Action</i>	RPN 1 - 99

Sumber: *Gasperz* (2002)

Berikut tabel hasil perhitungan RPN yang dilakukan menggunakan *Software Microsoft Excel*:

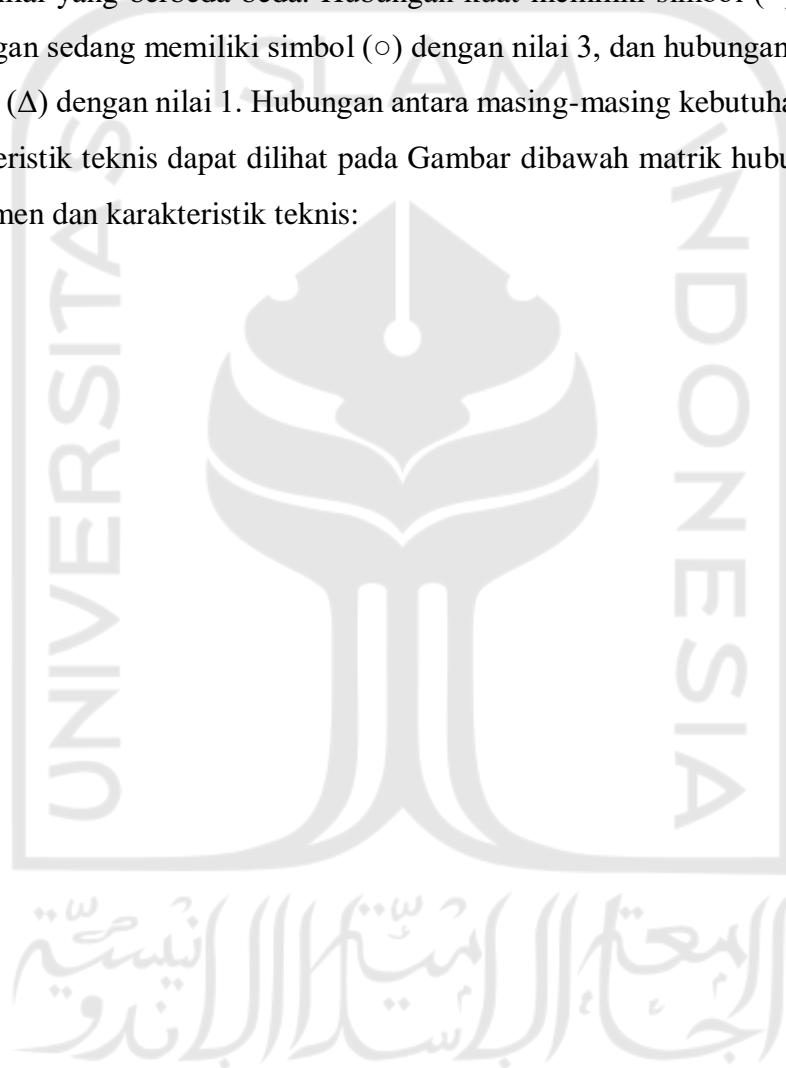
Tabel 4. 10 Perhitungan FMEA

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	D	RPN
Aliran material yang terlambat	<i>Short Shot</i>	8	Mesin kotor	5	4	160
		8	Proses injeksi yang lambat	4	4	128
		8	Temperatur leleh tidak sesuai	4	5	160
Proses pencetakan tidak sempurna	Bintik Hitam	5	Mold kotor	7	3	105
		5	Material kotor	5	4	100
		5	Mold kurang rapat	7	4	140
	<i>Flashing</i>	5	Proses pencetakan tidak akurat	6	4	120
		5	Mold kurang rapat	7	4	140

4.2.4 Tahap *Improve*

Pada tahap ini akan digunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mendapatkan usulan yang harus diprioritaskan dalam memperbaiki dan mengembangkan kualitas dari kemampuan proses produksi di PT. MMP. Hasil penelitian menggunakan metode QFD berupa *House of Quality* (HOQ). HOQ merupakan gabungan dari beberapa matriks yang berhubungan satu dengan lainnya. HOQ ini akan menjelaskan hubungan antara kebutuhan konsumen dengan persyaratan teknis yang sudah dirumuskan. Dalam HOQ sendiri terdapat hubungan antara

kebutuhan konsumen dan karakteristik teknis, sehingga dapat diketahui apakah kebutuhan konsumen memiliki hubungan yang kuat, sedang, atau lemah terhadap Persyaratan Teknisnya. Hubungan kuat ialah jika suatu karakteristik teknis tertentu merupakan interpretasi langsung dari kebutuhan proses. Sedangkan hubungan sedang dan lemah ialah jika karakteristik teknis bukan merupakan interpretasi langsung dari kebutuhan proses. Dari setiap hubungan kuat, sedang dan lemah memiliki simbol dan skala nilai yang berbeda-beda. Hubungan kuat memiliki simbol (●) dengan nilai 9, hubungan sedang memiliki simbol (○) dengan nilai 3, dan hubungan lemah memiliki simbol (Δ) dengan nilai 1. Hubungan antara masing-masing kebutuhan proses dengan karakteristik teknis dapat dilihat pada Gambar dibawah matrik hubungan kebutuhan konsumen dan karakteristik teknis:



Tabel 4. 11 Hubungan Kebutuhan Kosumen dan Persyaratan Teknis

	Persyaratan Teknis	Pemeliharaan mesin	Pengaturan parameter proses injeksi	Pengaturan parameter proses pelelehan material	Perawatan material	Pemeliharaan Mold	Pengaturan parameter proses pencetakan	Penentuan bentuk mold
Kebutuhan Konsumen	IMP	1	2	3	4	5	6	7
Kondisi mesin baik	5	●						
Proses injeksi sempurna	4,5		●					
Proses pelelehan lancar	5			●				
Material bersih	4				●			
Mold terawat	5					●		
Proses pencetakan akurat	4						●	●
Target Spesifikasi		Pembersihan selama ±30 menit Penggantian oli Pemeliharaan dilakukan 10 hari sekali	Tekanan ± 55 bar Kecepatan injeksi ±120 mm/s Injection time ±2,4 s Suhu nozzle ±175°C Suhu barrel ±210°C	Suhu pelelehan material PP diantara 200°C - 300°C Suhu pelelehan material PS diantara 180°C - 260°C Kecepatan proses pelelehan ±15 s/gr	Pencucian material selama 5 menit Pengeringan material	Pembersihan selama ±30 menit Pemeliharaan dilakukan 10 hari sekali	Suhu cavity 10°C - 100°C Cooling time ±26 s Holding pressure ±40 bar	Penggunaan mold garpu Penggunaan mold sendok Penggunaan mold waku
Bobot		45	40,5	45	36	45	36	36

Dari diagram *House of Quality* (HOQ) di atas dapat diketahui bahwa persyaratan teknis berupa Pemeliharaan Mesin, Pengaturan Parameter Proses Pelelehan Material, dan Pemeliharaan Mold merupakan persyaratan teknis yang paling penting untuk diimplementasikan pada tahapan perancangan perbaikan proses produksi, selain itu Pengaturan Parameter Proses Injeksi juga merupakan prasyarat teknis yang penting untuk direalisasikan. Selanjutnya prasyarat teknis yang penting direalisasikan adalah Perawatan Material, Pengaturan Parameter Proses Pencetakan, dan Penentuan Bentuk Mold.



BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Tingkat Kemampuan Proses Yang Sedang Berlangsung

Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa proses produksi produk plastik berada dalam keadaan yang tidak terkendali dan belum stabil. Hal ini dikarenakan proporsi produk cacat masih naik turun dan masih banyak titik yang berada diluar batas kendali. Dari pola grafik yang dibentuk oleh *control chart*, menunjukkan ada indikasi terjadinya suatu penyimpangan yang tidak terkendali dalam prosesnya, yang disebabkan karena terdapat beberapa titik di luar garis batas atas (UCL) ataupun garis batas bawah (LCL). Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan dalam proses produksinya agar kemampuan proses dapat meningkat dan jumlah produk cacat dapat menurun sehingga proses produksi berada dalam keadaan yang terkendali.

Pada tabel 4.7 dapat diketahui bahwa jumlah produksi selama periode Juli 2021 hingga September 2021 di PT. MMP sebesar 238973,14 kg dan jumlah cacat produk sebesar 13608,17 kg atau 5,69% dari jumlah produksi. Untuk nilai rata – rata DPMO didapatkan sebesar 18272,02 dan nilai rata – rata sigma sebesar 3,60. Nilai DPMO tersebut menunjukkan kemungkinan terjadinya *defect* per satu juta kesempatan sebanyak 18272,02 yang artinya jika perusahaan memproduksi sebanyak satu juta produk, maka terdapat 18272,02 produk dengan spesifikasi *defect*.

Menurut Gaspersz (2005), Six Sigma adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau kemungkinan terjadinya produk cacat sebesar 0,0003% untuk setiap kali proses produksi produk barang. Dengan nilai DPMO sebesar 18272,02 dan terdapat 5,69% dari hasil produksi mengalami kecacatan produk, dapat dikatakan bahwa kemampuan proses produksi produk plastic yang sedang berjalan di perusahaan masih jauh dari target yang ingin dicapai oleh perusahaan melalui *six sigma* yaitu sebesar 4 sigma. Sehingga perusahaan perlu melakukan perbaikan agar kemampuan proses produksi dapat mencapai target 4 sigma.

Nilai kemampuan proses tersebut dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu faktor mesin dan faktor material. Faktor mesin ini mengakibatkan terjadinya 3 jenis cacat yaitu cacat *short*

shot, bintik hitam, dan *flashing*. Cacat *short shot* terjadi karena plastic leleh yang akan diinjeksi kedalam cetakan tidak mencapai kapasitas, sehingga plastic yang diinjeksikan kedalam cetakan mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi cetakan. Berdasarkan gambar 4.3, terdapat 3 sebab yang menyebabkan cacat *short shot*. Penyebab pertama adalah *nozzle* mepet yang dikarenakan mesin kotor dan kurangnya perawatan pada mesin. Penyebab kedua adalah proses injeksi yang lambat dan penyebab terakhir adalah temperature leleh material yang tidak sesuai. Penyebab – penyebab tersebut akan menghambat aliran material selama proses injeksi, sehingga material tidak mencapai kapasitas dan material mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi cetakan.

Selanjutnya faktor mesin juga mengakibatkan cacat bintik hitam pada produk. Cacat bintik hitam digunakan untuk menjelaskan dimana suatu produk yang terdapat noda pada permukaan produk. Berdasarkan gambar 4.4 dapat diketahui bahwa penyebab cacat bintik hitam terjadi karena mold yang kotor dan mold yang menutup kurang rapat saat proses pencetakan terjadi. Kedua hal ini terjadi karena kurangnya perawatan pada mold. Penyebab – penyebab tersebut akan akan berdampak pada proses pencetakan dan menyebabkan cacat produk bintik hitam.

Jenis cacat terakhir yang disebabkan oleh faktor mesin adalah jenis cacat *flashing*. Cacat *flashing* berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk. Berdasarkan gambar 4.5 dapat diketahui bahwa penyebab cacat terjadi karena pendinginan yang lambat dan mold yang menutup kurang rapat saat proses pencetakan terjadi. Kedua penyebab tersebut akan menyebabkan proses pencetakan tidak sempurna, sehingga cacat produk *flashing* terjadi.

Faktor kedua yang mempengaruhi nilai kemampuan proses adalah faktor material. Faktor material ini menyebabkan terjadinya jenis cacat bintik hitam. Jenis cacat bintik hitam ini terjadi karena material yang digunakan selama proses produksi berlangsung tidak bersih atau kotor. Material kotor ini disebabkan karena kurangnya perawatan pada material. Perawatan yang dimaksud berupa pencucian material dan pengeringan material. Jika material tidak dicuci dan dikeringkan dengan baik, maka dapat menyebabkan proses pencetakan tidak sempurna, sehingga terjadilah cacat produk bintik hitam.

5.2 Analisis Spesifikasi Perbaikan Proses Produksi

Jenis cacat yang paling sering terjadi selama proses produksi sedang berjalan adalah *short shot*. Cacat *short shot* adalah suatu kondisi dimana plastic leleh yang akan diinjeksi kedalam cetakan mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi cetakan. Pada tabel 4.12 dapat dilihat bahwa jenis cacat *short shot* memiliki nilai *severity* 8 yang berarti dampak dari kegagalan ini sangat tinggi. Jenis cacat *short shot* ini memiliki 3 penyebab kegagalan. Yang pertama adalah mesin kotor yang menyebabkan aliran material terlambat untuk masuk kedalam cetakan. Mesin kotor ini memiliki nilai *occurance* 5 yang menandakan jumlah terjadinya penyebab kegagalan ini berada pada tingkatan sedang, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti tingkat deteksi ini termasuk dalam kategori menengah ke atas. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar mesin kondisi mesin selalu baik. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah kondisi mesin baik.

Mesin merupakan salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran suatu proses produksi, agar proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien maka mesin yang digunakan harus dalam kondisi yang baik. Agar kondisi mesin selalu terjaga, perlu dilakukan pemeliharaan terhadap mesin – mesin tersebut. Persyaratan teknis Pemeliharaan Mesin ini memiliki beberapa target spesifikasi, yaitu pembersihan selama ± 30 menit dalam rentang waktu 10 hari sekali dan penggantian oli setiap periode pembersihan. Pembersihan ini dilakukan karena selama mesin beroperasi tentunya mesin akan menjadi kotor dan hal tersebut akan menghambat jalannya proses produksi, sehingga perlu dilakukan pembersihan berkala pada mesin. Sedangkan penggantian oli mesin dilakukan untuk mencegah terjadinya gesekan langsung antar mesin, sehingga mesin tidak cepat aus dan tidak mempengaruhi performa mesin. Kedua hal ini dilakukan setiap 10 hari sekali dikarenakan selama 10 hari mesin beroperasi secara terus menerus, mesin dan oli mesin akan kotor dan performa mesin akan menurun. Sebelumnya pembersihan hanya dilakukan selama 20 menit dan pembersihan ini tidak mencapai sebagian dalam atau terpencil dari mesin tersebut. Selain itu pembersihan selama 20 menit ini dilakukan setiap sekali dalam satu minggu, dimana setiap pembersihan itu dilakukan tentunya membutuhkan biaya perawatan. Sehingga dengan mempertimbangkan adanya kotoran di bagian – bagian terpencil dari mesin dan biaya perawatan mesin, perusahaan sebaiknya melakukan perawatan mesin dilakukan selama

± 30 menit dalam rentang waktu 10 hari sekali. Hal ini sesuai dengan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gaol, Widiasih, & Khoiroh (2019), pada penelitian tersebut dikatakan bahwa dengan melakukan perawatan mesin setiap 10 hari sekali, perusahaan akan mencapai biaya perawatan yang optimal.

Penyebab terjadinya jenis cacat *short shot* yang kedua adalah proses injeksi yang lambat. Proses injeksi yang lambat ini memiliki nilai *occurance* 4 yang menandakan jumlah terjadinya penyebab kegagalan ini berada pada tingkatan rendah, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti tingkat deteksi ini termasuk dalam kategori menengah ke atas. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar proses injeksi sempurna. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses injeksi sempurna. Proses injeksi merupakan proses yang berlangsung saat bijih plastic yang sudah meleleh didorong melalui *nozzle* kedalam *cavity* atau cetakan. Agar proses injeksi dapat berjalan dengan sempurna, maka perlu dilakukannya pengaturan parameter proses injeksi. Terdapat beberapa target spesifikasi yang perlu diperhatikan dalam pengaturan parameter proses injeksi ini. Target spesifikasi yang perlu diatur antara lain adalah tekanan injeksi sebesar ± 55 bar, kecepatan injeksi ± 120 mm/s, *injection time* atau waktu injeksi selama $\pm 2,4$ detik, suhu *nozzle* $\pm 175^{\circ}\text{C}$, dan suhu barel $\pm 210^{\circ}\text{C}$. Dengan menerapkan target spesifikasi ini diharapkan cacat produk *short shot* yang disebabkan oleh proses injeksi yang lambat dapat dihindari sehingga tingkat kemampuan proses produksi menjadi lebih baik.

Penyebab terjadinya jenis cacat *short shot* yang terakhir adalah temperatur leleh tidak sesuai. Temperatur leleh tidak sesuai ini memiliki nilai *occurance* 4 yang menandakan jumlah terjadinya penyebab kegagalan ini berada pada tingkatan rendah, sedangkan nilai *detection* sebesar 5 yang berarti tingkat deteksi ini termasuk dalam kategori sedang. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar proses pelelehan lancar. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses pelelehan lancar. Untuk mengurangi cacat produk yang disebabkan oleh temperature leleh tidak sesuai ini perlu dilakukannya pengaturan parameter proses pelelehan material. Pengaturan parameter proses pelelehan ini bertujuan untuk memperlancar proses pelelehan material sebelum nantinya akan diinjeksi kedalam cetakan. Pengaturan ini dilakukan dengan mempertimbangkan jenis bahan baku yang digunakan. Jika bahan baku yang digunakan adalah jenis PP maka suhu leleh diatur

dalam rentang 200°C hingga 300°C. Jika bahan baku yang digunakan adalah jenis PS maka suhu leleh diatur dalam rentang 180°C hingga 260°C. Selain itu kecepatan proses pelelehan sebaiknya dalam kecepatan ± 15 s/gr, yang artinya setiap 1 gram bahan baku melakukan pelelehan selama 15 detik.

Jenis kecacatan kedua yang terjadi selama proses produksi adalah bintik hitam. Berdasarkan tabel 4.12 jenis cacat bintik hitam memiliki nilai *severity* 5 yang berarti dampak dari kegagalan ini sangat rendah. Jenis cacat bintik hitam ini memiliki 3 penyebab kegagalan. Yang pertama adalah material kotor yang menyebabkan proses pencetakan tidak berjalan dengan sempurna. Material kotor ini memiliki nilai *occurrence* 5 yang menandakan jumlah terjadinya penyebab kegagalan ini berada pada tingkatan sedang, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti tingkat deteksi ini termasuk dalam kategori menengah ke atas. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar material selalu terjaga kebersihannya. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah material bersih. Material yang bersih akan menghasilkan produk yang bersih pula tanpa adanya bercak pada hasil produksi. Perawatan material memiliki dua target spesifikasi yang harus dipenuhi oleh perusahaan. Target spesifikasi yang pertama adalah pencucian material selama 5 menit menggunakan air bersih yang bertujuan agar material yang akan digunakan dalam proses produksi bersih dari debu yang menempel. Target spesifikasi kedua adalah pengeringan material yang bertujuan untuk menghilangkan air yang terdapat dalam bahan baku karena adanya air akan menyebabkan hasil dari pembuatan plastik tidak sempurna. Jika material yang belum kering digunakan dalam proses produksi, maka hasil produksi menjadi tidak sempurna. Oleh karena itu material yang akan digunakan dalam proses produksi harus dirawat agar proses produksi berjalan dengan lancar dan kualitas produk selalu terjaga.

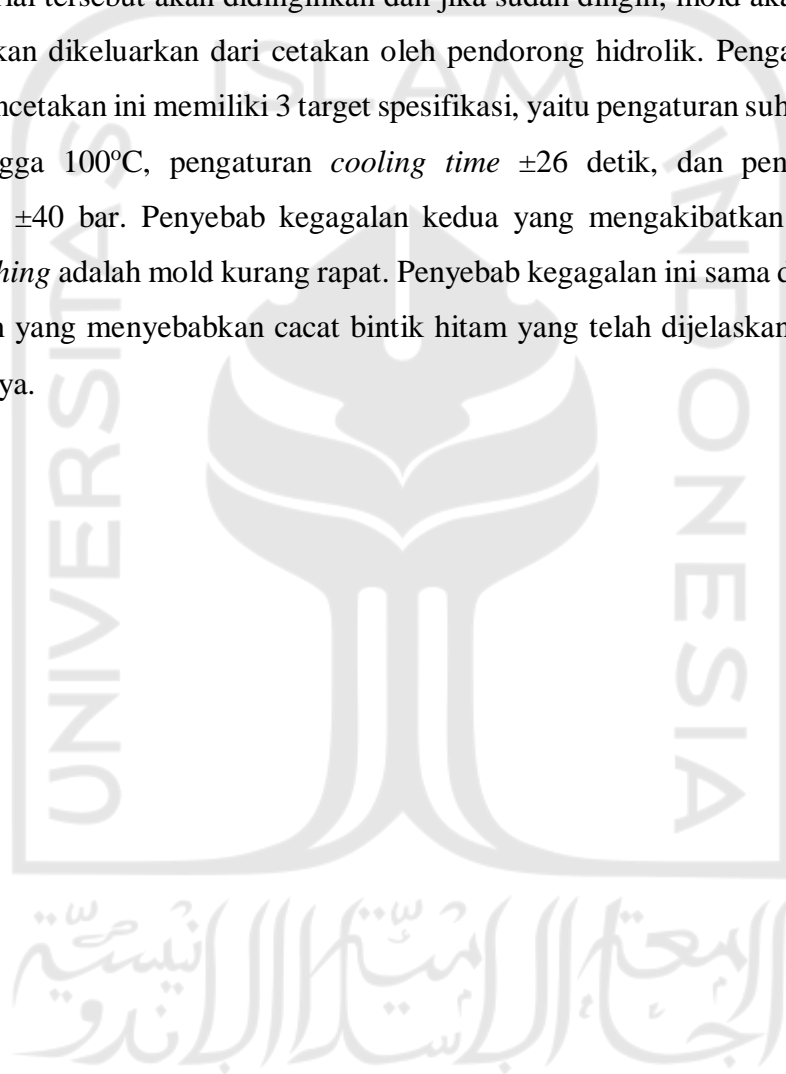
Penyebab terjadinya jenis cacat bintik hitam yang kedua adalah mold kotor. Mold yang kotor ini memiliki nilai *occurrence* 7 yang menandakan jumlah terjadinya penyebab kegagalan ini berada pada tingkatan tinggi, sedangkan nilai *detection* sebesar 3 yang berarti tingkat deteksi ini termasuk dalam kategori tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar mold selalu terawat. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah mold yang terawat. Mold merupakan cetakan yang mempunyai rongga dengan fungsi sebagai

tempat material leleh membentuk sesuai bentuk profil rongga cetakan. Pemeliharaan mold secara rutin dapat memperpanjang umur mold menjadi lebih lama dan mencegah kerusakan saat proses produksi sedang berlangsung, menghemat waktu, dan menghemat biaya dalam jangka panjang. Dengan pemeliharaan mold secara rutin, perusahaan dapat mempertahankan kualitas produk yang dihasilkan dan mengurangi kerusakan mold yang lebih besar. Pemeliharaan mold ini memiliki target spesifikasi yang harus dilakukan oleh perusahaan, yaitu pembersihan selama ± 30 menit dan pemeliharaan dilakukan dalam setiap 10 hari.

Penyebab terjadinya jenis cacat bintik hitam yang terakhir adalah mold kurang rapat. Mold yang kurang rapat ini memiliki nilai *occurrence* 7 yang menandakan jumlah terjadinya penyebab kegagalan ini berada pada tingkatan tinggi, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti tingkat deteksi ini termasuk dalam kategori menengah ke atas. Mold kurang rapat ini menyebabkan proses pencetakan tidak sempurna. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar proses pencetakan akurat. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses pencetakan akurat. Agar proses pencetakan menjadi akurat maka pemilihan mold harus sesuai dengan jenis produk yang akan diproduksi. Hal ini dilakukan agar saat proses produksi berlangsung, cetakan dapat tertutup dengan rapat, sehingga tidak ada kotoran dari luar yang dapat masuk dan menyebabkan produk menjadi kotor. Selain itu penentuan bentuk mold ini bertujuan agar proses pencetakan menjadi akurat dan dapat mengurangi terjadinya cacat. Mold yang digunakan dalam setiap proses produksi suatu produk selalu berbeda sesuai dengan bentuk akhir produk yang diinginkan. Jika proses produksi yang berlangsung adalah proses produksi sendok plastic, maka mold yang digunakan adalah mold dengan bentuk sendok plastic, begitu pula dengan mold yang digunakan pada proses produksi sendok plastic dan wakul.

Jenis cacat terakhir yang harus dilakukan tindakan perbaikan adalah *flashing*. Suatu produk akan dikatakan cacat *flashing* saat setelah melalui proses produksi, hasil dari proses produksi tersebut memiliki sisa material yang terletak dipinggir produk. Penyebab terjadinya jenis cacat *flashing* adalah suhu mold tidak sesuai dan mold yang kurang rapat. Penyebab kegagalan suhu mold tidak sesuai ini memiliki nilai *occurrence* 6 yang menandakan jumlah terjadinya penyebab kegagalan ini berada pada tingkatan sedang, sedangkan nilai *detection* sebesar 4 yang berarti tingkat deteksi ini termasuk dalam

kategori menengah ke atas. Suhu mold tidak sesuai ini dapat menyebabkan proses pencetakan tidak sempurna. Oleh karena itu, perlu dilakukannya tindakan perbaikan agar proses pencetakan akurat. Pada tabel 4.13 dapat dilihat bahwa salah satu atribut yang diinginkan oleh pihak perusahaan adalah proses pencetakan akurat. Agar proses pencetakan akurat perusahaan perlu untuk mengatur parameter proses pencetakan dengan benar. Proses pencetakan dimulai dari masuknya material leleh kedalam mold lalu material tersebut akan didinginkan dan jika sudah dingin, mold akan membuka dan produk akan dikeluarkan dari cetakan oleh pendorong hidrolik. Pengaturan parameter proses pencetakan ini memiliki 3 target spesifikasi, yaitu pengaturan suhu cavity diantara 10°C hingga 100°C , pengaturan *cooling time* ± 26 detik, dan pengaturan *holding pressure* ± 40 bar. Penyebab kegagalan kedua yang mengakibatkan terjadinya jenis cacat *flashing* adalah mold kurang rapat. Penyebab kegagalan ini sama dengan penyebab kegagalan yang menyebabkan cacat bintik hitam yang telah dijelaskan pada paragraph sebelumnya.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

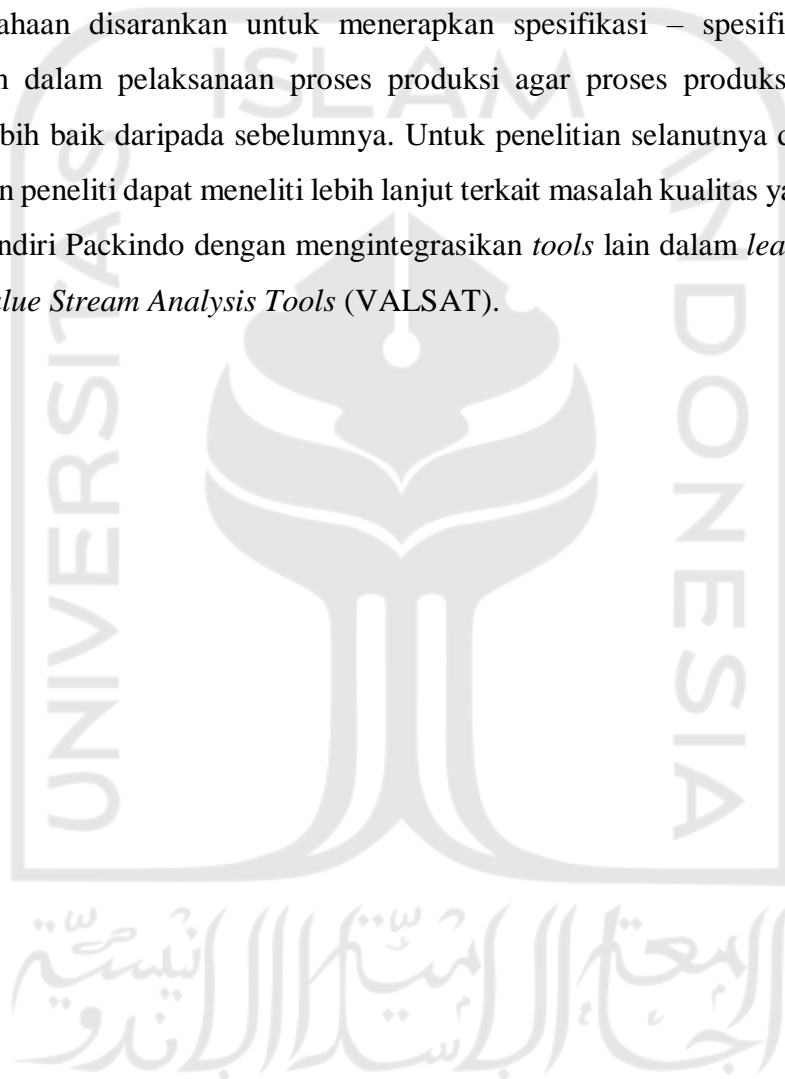
6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dianalisis didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat kemampuan proses produksi produk plastic di PT. MMP berada pada nilai sigma 3.60 yang berarti kemampuan proses pada PT. MMP masih jauh dari target six sigma yang harus dicapai yaitu sebesar 6 sigma.
2. Spesifikasi perbaikan yang direkomendasikan adalah:
 - Pemeliharaan mesin dengan spesifikasi perbaikan antara lain, pembersihan selama ± 30 menit dan penggantian oli dalam rentang waktu 10 hari sekali.
 - Pengaturan parameter proses injeksi dengan spesifikasi perbaikan antara lain, tekanan ± 55 bar, kecepatan injeksi ± 120 mm/s, *injection time* $\pm 2,4$ s, suhu *noozle* $\pm 175^{\circ}\text{C}$, dan suhu barrel $\pm 210^{\circ}\text{C}$.
 - Pengaturan parameter proses pelelehan material dengan spesifikasi perbaikan antara lain, suhu pelelehan material PP diantara 200°C - 300°C , suhu pelelehan material PS diantara 180°C - 260°C , dan kecepatan proses pelelehan ± 15 s/gr.
 - Perawatan material dengan spesifikasi perbaikan antara lain, pencucian material selama 5 menit dan pengeringan material.
 - Pemeliharaan Mold dengan spesifikasi perbaikan antara lain, pembersihan selama ± 30 menit dan pemeliharaan dilakukan 10 hari sekali.
 - Pengaturan parameter proses pencetakan dengan spesifikasi perbaikan antara lain suhu *cavity* 10°C - 100°C , *cooling time* ± 26 s, dan *holding preassure* ± 40 bar.
 - Penentuan bentuk mold dengan spesifikasi perbaikan antara lain, penggunaan mold garpu, penggunaan mold sendok, dan penggunaan mold waku.

6.2 Saran

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi bahan pertimbangan oleh perusahaan untuk diterapkan, dengan tujuan meningkatkan tingkat kemampuan proses produksi produk dan mengurangi terjadinya produk cacat selama proses produksi berjalan, sehingga perusahaan mendapatkan hasil produksi yang lebih maksimal. Selain itu perusahaan disarankan untuk menerapkan spesifikasi – spesifikasi yang telah ditentukan dalam pelaksanaan proses produksi agar proses produksi dapat berjalan dengan lebih baik daripada sebelumnya. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan peneliti dapat meneliti lebih lanjut terkait masalah kualitas yang terjadi di PT. Mitra Mandiri Packindo dengan mengintegrasikan *tools* lain dalam *lean manufacturing* seperti *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT).



DAFTAR PUSTAKA

- Akao, Y. 1990. *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into product Design Productivity Press*. Cambridge.
- Carlson, C. 2014. "Which FMEA Mistakes Are You Making To Effective Audit Process." *Quality Progress*, pp. 22-36.
- Christoper, and H Suliantoro. 2015. "Analisa Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Six Sigma untuk Part NXS-001 pada PT Inti Pantja Press Industri." *Industrial Engineering Online Journal*, Vol.4.
- Christoper, and Hery Suliantoro. 2015 . "Analisa Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Six Sigma untuk Part NXS-001 pada PT Inti Pantja Press Industri." *Industrial Engineering Online Journal*, Vol.4.
- Evans, Lindsay. 2007. *Pengantar Six Sigma an Introduction to Six Sigma And. Process Improvement*. Jakarta: Salemba Empat.
- Gaol, Reyuni Lumban, Wiwin Widiasih, and Siti Muhimatul Khoiroh. 2019. "Perhitungan Interval Waktu Perawatan Komponen Mesin Injeksi Molding Plastik Dengan Mempertimbangkan Pengaruh Persediaan Suku Cadang."
- Gaspersz. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services. Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2001. *Metode analisis untuk peningkatan kualitas*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000 MBNQA & HACCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2005. *Sistem Manajemen Kinerja Terintegrasi: Balanced Scorecard dengan Six Sigma untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintah*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Heizer, Jay, and Barry Render. 2004. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Badan Penerbit Salemba Empat.

- Herjanto, Eddy. 2000. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- McDermott, and dkk Robin.E. 2009. *The Basics of FMEA. Edisi 2. CRC Press. United States of America.*
- Naufal, Izzudin, and Ary Arvianto. 2016. "APLIKASI SIX SIGMA DMAIC SEBAGAI METODE PENGENDALIAN DAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK BEDSIDE CABINET SKN 04-03ABS PADA PT. SARANDI KARYA NUGRAHA." *Industrial Engineering Online Journal*.
- Nur, R, and M. A. Suyuti. 2017. *Pengantar Sistem Manufaktur. 1 ed.* Yogyakarta: Deepublish.
- Pande, Peter, and Larry Holpp. 2005. *Berpikir Cepat Six sigma*. Yogyakarta.
- Prawirosentono, Suyadi. 2007. *Filosofi Baru Tentang Mutu Terpadu. Edisi 2.* Jakarta: Bumi Aksara.
- Stamatis. 1995. *Failure Mode and Effect Analysis*. United States Of America.
- Stamatis, D. 2003. "Failure Mode And Effect Analysis : FMEA From Theory." *To Execution, Second Edition. ASQ Quality Press*.
- Sukania, I Wayan, Iphov Kumala Sriwana, and Edwin Suryajaya. 2015. "Usulan Perbaikan Kualitas Penggulungan Benang Nilon Dengan Menggunakan Metode Six Sigma di PT. XYZ." *Jurnal Energi Dan Manufaktur Vol.7* 111 - 230.
- Syukron, A, and M Kholil. 2013. *Six Sigma Quality for Business Improvement. .* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Terninko, J. 1997. *Step-by-Step QFD: Customer Driven Product Design*. Boca Raton, FL.
- Thariq, Asrori, and Muhammad. 2013. "Analisis Kualitas Mantel Roll Gilingan dengan Metode Six Sigma." *Jurnal Teknik Mesin Vol 2, No 01 (2013): JTM : Volume 02 Nomor 01*.
- Tjiptono, Fandy. 2001. *Strategi Pemasaran, Edisi II*. Yogyakarta.

- Widyarto, Wahyu, Oktri, Gerry, A Dwiputra, and Yitno Kristiantoro. 2015. "Penerapan Konsep Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) dalam Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Six Sigma." *Jurnal Rekavasi Vol 3 No 1*.
- Wisnubroto, P, and A. Rukman. 2015. "Pengendalian Kualitas Produk dengan Pendekatan Six Sigma dan Analisis Kaizen serta New Seven Tools sebagai Usaha Pengurangan Kecacatan Produk." *Jurnal Teknologi, Volume 8 No.1*.



LAMPIRAN

A. Daftar pertanyaan analisis *Fishbone Diagram* untuk jenis cacat *Short Shot*

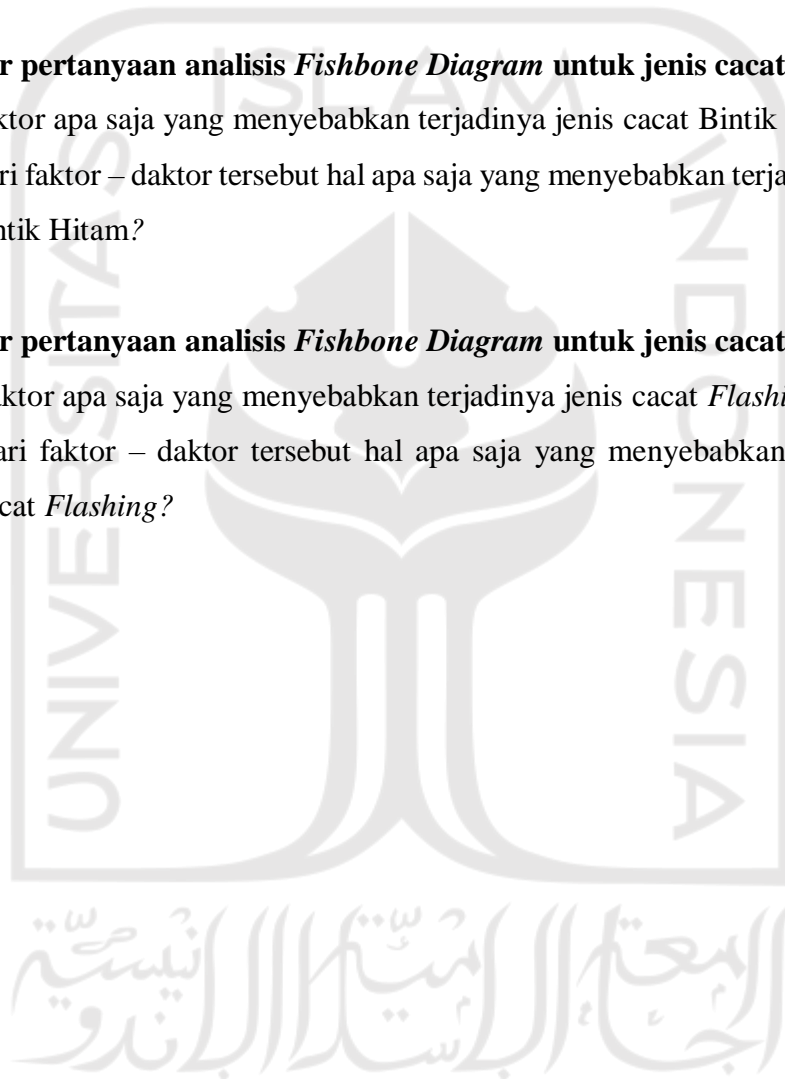
1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya jenis cacat *Short Shot*?
2. Dari faktor – daktor tersebut hal apa saja yang menyebabkan terjadinya jenis cacat *Short Shot*?

B. Daftar pertanyaan analisis *Fishbone Diagram* untuk jenis cacat Bintik Hitam

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya jenis cacat Bintik Hitam?
2. Dari faktor – daktor tersebut hal apa saja yang menyebabkan terjadinya jenis cacat Bintik Hitam?

C. Daftar pertanyaan analisis *Fishbone Diagram* untuk jenis cacat *Flashing*

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya jenis cacat *Flashing*?
2. Dari faktor – daktor tersebut hal apa saja yang menyebabkan terjadinya jenis cacat *Flashing*?





Produk Sendok dan Garpu Plastik



Produk Wakul



Jenis Cacat Short Shot





Jenis Cacat Bintik Hitam



Jenis Cacat Flashing

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية