

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CACAT PADA PROSES PRODUKSI PERCETAKAN *INNER BOX* MENGUNAKAN METODE *SIX SIGMA-DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL)* DAN FMEA *(FAILURE MODEL EFFECT ANALYSIS)* (Studi Kasus di PT. ARSINDO MULYA TAMA)

Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun Oleh :

Fito Firmansah

NIM. 31602100025

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

FINAL PROJECT

***ANALYSIS OF QUALITY CONTROL OF DEFECTIVE
PRODUCTS IN THE INNER BOX PRINTING PRODUCTION
PROCESS USING THE SIX SIGMA-DMAIC (DEFINE,
MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL) AND FMEA
(FAILURE MODEL EFFECT ANALYSIS) METHODS
(Case Study at PT. ARSINDO MULYA TAMA)***

*Proposed To Complete The Requirement To Obtain A Bachelor's Degree (S-1) At
Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged By :

Fito Firmansah

NIM. 31602100025

**DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CACAT PADA PROSES PRODUKSI PERCETAKAN INNER BOX MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA-DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL)* DAN FMEA (*FAILURE MODEL EFFECT ANALYSIS*)” ini disusun oleh :

Nama : Fito Firmansah

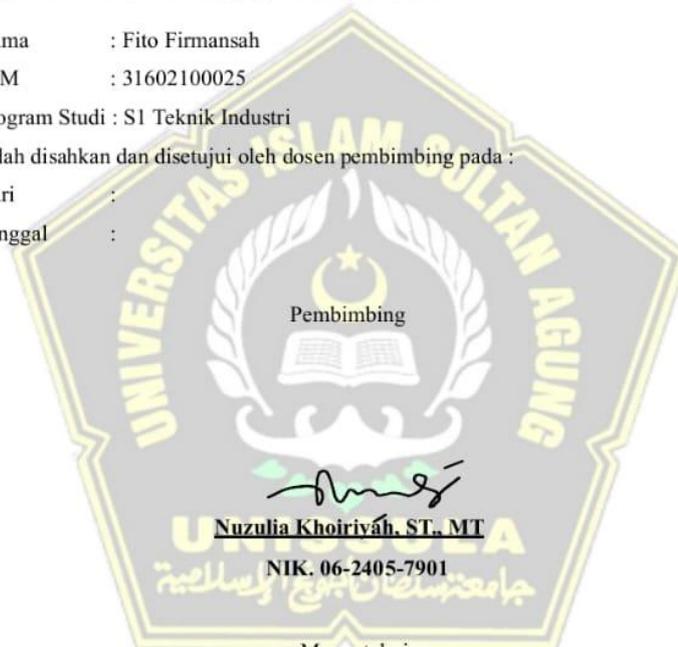
NIM : 31602100025

Program Studi : S1 Teknik Industri

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada :

Hari :

Tanggal :




Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

NIK. 06-2405-7901

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri


Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng

NIK. 06-2210-7401

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CACAT PADA PROSES PRODUKSI PERCETAKAN INNER BOX MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA-DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL)* DAN *FMEA (FAILURE MODEL EFFECT ANALYSIS)*" ini telah disidangkan di depan dosen penguji tugas akhir pada :

Hari :

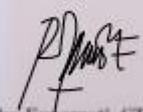
Tanggal :

TIM PENGUJI

Anggota


Ir. Eri Mas'idah, MT
NIK. 210-695-008

Ketua Penguji


Rieska Ernawati, ST., MT
NIK. 110-221-096

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fito Firmansah

NIM : 31602100025

Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CACAT PADA PROSES PRODUKSI PERCETAKAN *INNER BOX* MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA-DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL)* DAN *FMEA (FAILURE MODEL EFFECT ANALYSIS)*

Dengan di bawah ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 4 Juni 2025

Yang Menyatakan



Fito Firmansah

PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Fito Firmansah

NIM : 31602100025

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyerahkan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul : **ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CACAT PADA PROSES PRODUKSI PERCETAKAN *INNER BOX* MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA-DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL)* DAN *FMEA (FAILURE MODEL EFFECT ANALYSIS)* (Studi Kasus di PT. ARSINDO MULYA TAMA)**

Dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalty Non-eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila kemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, Juni 2025

Yang Menyatakan


Fito Firmansah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahill'alamiin...

Dengan penuh rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan kasih sayang yang telah memberikan saya kesehatan dan kesabaran sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang kita dambakan syafaatnya kelak di yaumul qiamah nanti, amin. Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat Pada Proses Produksi Percetakan *Inner Box* Menggunakan Metode *Six Sigma-DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)* dan FMEA (*Failure Model and Effect Analysis*) Pada PT. Arsindo Mulya Tama dengan penuh rasa terima kasih dan cinta, saya mempersembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada orang yang berperan paling penting di kehidupan saya yaitu kedua orang tua saya Bapak dan Ibu tercinta (Bapak Sukirman dan Ibu Sri Wuwuh). Terima kasih atas doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti.

Telah selesainya Tugas Akhir ini merupakan capaian awal yang bisa saya persembahkan untuk memulai kehidupan baru. Orang tua adalah sumber kekuatan dan motivasi terbesar dalam setiap langkah saya. Tanpa cinta dan pengorbanan Bapak dan Ibu, saya tidak akan bisa sampai pada titik ini. Terima kasih telah sabar dan penuh kasih sayang mendidik serta memberikan dukungan. Tugas Akhir ini tidak akan ada artinya tanpa perjuangan dan pengorbanan orang tua serta saudara kandung saya mbak Dina Rahma Prihatiningsih yang tanpa henti berjuang untuk membiayai kuliah saya, yang menjadi sumber motivasi terbesar dalam menyelesaikan perkuliahan Strata Satu (S1). Semoga apa yang saya capai ini menjadi kebahagiaan bagi kalian dan semoga Allah SWT membalas segala kebaikan orang tua dan kakak saya, *Amin Ya Rabbal Alamin*.

HALAMAN MOTTO

“Karena Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 5)

“Allah Tidak Membebani Seseorang Itu Melainkan Sesuai Dengan
Kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, Tetapi keberhasilan adalah milik
mereka yang senantiasa berusaha”

(BJ. Habibie)

“Jangan pernah menyerah. Kegagalan adalah kesempatan untuk mencoba dengan
lebih baik lagi”

(Thomas A. Edison)

“Tidak ada jalan yang tidak bisa dilewati bagi mereka yang mau berjuang. Biar
lambat harus diteruskan, biar sulit harus tetap melangkah, memang semuanya
tidak akan tercapai dalam waktu singkat. Tapi yakinlah bahwa pasti ada hal indah
di ujung sana. Ingatlah ketika pertama kali kamu memulai ini semua adalah demi
masa depan dan untuk orang tua”

(Fito Firmansah)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena hanya dengan rahmat, karunia, dan ridha-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan menyusun laporan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat Pada Proses Produksi Percetakan *Inner Box* Menggunakan Metode *Six Sigma-DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)* dan FMEA (*Failure Model and Effect Analysis*) di PT. Arsindo Mulya Tama dengan baik tanpa ada hambatan yang berarti. Shalawat serta salam tak lupa tercurah kepada junjungan Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah berperan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam mendukung lancarnya proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Dengan penuh hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat, karunia, dan ridha-Nya, serta membukakan hati dan pikiran penulis dalam proses menuntut ilmu hingga akhirnya laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Cinta pertama sekaligus teladan hidup, Bapak Sukirman serta pintu surgaku Ibu Sri Wuwuh. Terima kasih atas segala pengorbanan dan kasih sayang tulus yang tiada henti. Meski Bapak dan Ibu tidak pernah mengenyam bangku perkuliahan, namun Bapak dan Ibu mampu menjadi pendidik terbaik, selalu memberikan motivasi, dan doa tanpa lelah serta perhatian dan dukungan baik moril maupun materil hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar Strata Satu (S1). Terima kasih atas setiap nasihat yang tidak henti-hentinya Bapak dan Ibu berikan. Sungguh, gelar sarjana ini sepenuh hati penulis persembahkan untuk Bapak dan Ibu tercinta. Semoga Bapak dan Ibu selalu dikaruniai umur panjang,

kesehatan, dan selalu membersamai setiap langkah serta pencapaian dalam hidup penulis.

3. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, S.T., M.T., IPU., ASEAN., Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Ibu Wiwiek Fatmawati, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
5. Ibu Nuzulia Khoiriyah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing saya, yang telah membimbing, memberikan arahan serta masukan berharga dalam proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Akhmad Syakhroni, S.T., M.Eng selaku dosen wali saya.
7. Bapak dan Ibu Dosen jurusan Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung yang telah memberikan ilmu selama dibangku kuliah.
8. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu kelancaran berbagai keperluan Tugas Akhir, mulai dari pengurusan surat permohonan penelitian hingga pelaksanaan sidang.
9. Terima kasih kepada Bapak Aris Mugiarno selaku pembimbing lapangan yang selalu memberikan masukan, pengarahan dan pengetahuan di PT. Arsindo Mulya Tama selama melakukan penelitian.
10. Kepada saudara tercinta, Mas Gagik dan Mbak Dina Rahma Prihatiningsih, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas doa, dukungan moril dan materil, serta nasihat-nasihat bijak yang telah diberikan. Semua itu menjadi kekuatan dan penyemangat bagi penulis hingga akhirnya dapat menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar sarjana.
11. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada rekan-rekan BEM FTI yang telah memberikan banyak pengalaman berorganisasi selama masa perkuliahan.
12. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2021 khususnya kelas Teknik Industri A, terima kasih atas kebersamaan, semangat, dan motivasi yang telah diberikan selama ini.
13. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga masukan dan saran dari pembaca sangat diharapkan. Besar harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat dikembangkan lebih lanjut dan memberi manfaat bagi banyak pihak. Aamiin...

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSEETUJUAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.2. Landasan Teori.....	31
2.1.1 Pengertian Pengendalian Kualitas	31
2.1.2 Pengertian Peningkatan Kualitas Produk.....	31
2.1.3 Pengertian Pendekatan Metode <i>Six Sigma</i> - DMAIC.....	32
2.1.4 Pengertian Metode Failure Model Effect Analysis (FMEA).....	39
2.3. Hipotesa dan Kerangka Teoritis.....	41
2.3.1. Hipotesa	41
2.3.2. Kerangka Teoritis	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1. Obyek Penelitian.....	44
3.2. Teknik Pengumpulan Data.....	44

3.3. Pengolahan Data	45
3.4. Metode Analisis	49
3.5. Pembahasan.....	50
3.6. Penarikan Kesimpulan	50
3.7. Diagram Alir	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Pengumpulan Data	53
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	56
4.1.2 Proses Produksi	58
4.1.3 Gambaran Produk.....	64
4.1.4 Data Jenis Cacat	55
4.2 Pengolahan Data	68
4.2.1. Tahap <i>Define</i>	68
4.2.2. Tahap <i>Measure</i>	74
4.2.3. Tahap <i>Analyze</i>	90
4.2.4. Tahap <i>Improve</i>	100
4.2.5. Tahap <i>Control</i>	105
4.3 Analisa dan Interpretasi	106
4.3.1 Analisis Tahap <i>Define</i>	106
4.3.2 Analisis Tahap <i>Measure</i>	108
4.3.3 Analisis Tahap <i>Analyze</i>	111
4.3.4 Analisis Tahap <i>Improve</i>	117
4.3.5 Analisis Tahap <i>Control</i>	118
4.4 Pembuktian Hipotesa	119
BAB V PENUTUP	121
5.1 Kesimpulan	121
5.2 Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA	124

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	14
Tabel 2. 2 Kelebihan dan Kekurangan Metode Six Sigma – DMAIC dan FMEA	29
Tabel 2. 3 <i>Rating Severity</i>	39
Tabel 2. 4 <i>Rating Occurrence</i>	40
Tabel 2. 5 <i>Rating Occurrence</i>	40
Tabel 4. 1 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Cacat <i>Inner Box</i> PT. Arsindo Mulya Tama Tahun 2024 - 2025	54
Tabel 4. 2 Spesifikasi <i>Inner Box</i> Kenda Tipe 20x1.75/2.125	64
Tabel 4. 3 Spesifikasi <i>Inner Box</i> Kenda Tipe k488	65
Tabel 4. 4 Spesifikasi <i>Inner Box</i> Sereal Oriflakes	66
Tabel 4. 5 Spesifikasi <i>Inner Box</i> Susu Etawa	67
Tabel 4. 6 Spesifikasi <i>Inner Box</i> Kenda Tipe 26x1.75-2.35	67
Tabel 4. 7 Tabel SIPOC	70
Tabel 4. 8 Presentase Jenis Cacat	75
Tabel 4. 9 Perhitungan DPMO dan Sigma	78
Tabel 4. 10 Pengolahan Data Peta Kendali P	81
Tabel 4. 11 Standar Deviasi Data Pengolahan Cacat dari Data Produksi <i>Inner Box</i>	88
Tabel 4. 15 Nilai <i>Severity, Occurance, Detection</i> dan RPN Pada Cacat Kertas Sobek, Noda Kertas, dan Kelebihan Lem	97
Tabel 4. 16 Rencana Tindakan Perbaikan Pemilik PT. Arsindo Mulya Tama	100
Tabel 4. 17 Rencana Tindakan Perbaikan Pekerja Mesin <i>Pond</i>	101
Tabel 4. 18 Rencana Tindakan Perbaikan Pekerja Mesin <i>Heidelberg SM 72</i>	103
Tabel 4. 19 Rencana Tindakan Perbaikan Pekerja <i>Finishing</i>	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Peta Kendali	34
Gambar 2. 2 Diagram Pareto	38
Gambar 2. 3 Diagram Fishbone.....	38
Gambar 2. 4 Kerangka Teoritis	43
Gambar 4. 1 Bahan Baku Kertas	58
Gambar 4. 2 Bahan Baku Cat.....	59
Gambar 4. 3 Proses Pra Cetak	59
Gambar 4. 4 Proses Pencetakan.....	60
Gambar 4. 5 Proses <i>Pond</i>	61
Gambar 4. 6 Proses <i>Finishing</i>	61
Gambar 4. 7 <i>Quality Control</i>	62
Gambar 4. 8 Proses Pengemasan.....	63
Gambar 4. 9 Alur Produksi.....	63
Gambar 4. 10 <i>Inner Box</i> Kenda Tipe 20x1.75/2.125.....	64
Gambar 4. 11 <i>Inner Box</i> Kenda Tipe k488.....	65
Gambar 4. 12 <i>Inner Box</i> Sereal Oriflakes.....	66
Gambar 4. 13 <i>Inner Box</i> Susu Etawa.....	67
Gambar 4. 14 <i>Inner Box</i> Kenda Tipe 26x1.75-2.35	68
Gambar 4. 15 Sobek Kertas.....	56
Gambar 4. 16 Noda Kertas	57
Gambar 4. 17 Kelebihan Lem.....	57
Gambar 4. 18 Diagram Presentase <i>Defect</i>	69
Gambar 4. 19 Diagram Pareto	75
Gambar 4. 20 Grafik Nilai DPMO	79
Gambar 4. 21 Grafik Nilai Sigma.....	80
Gambar 4. 22 Data Produksi dan Data Cacat	84
Gambar 4. 23 Tampilan Awal <i>Software Minitab 16</i>	84
Gambar 4. 24 Data Produksi dan Data Cacat Pada Kolom C1 C2.....	84
Gambar 4. 25 Tampilan <i>Toolbars Software Minitab 16</i>	85
Gambar 4. 26 Tampilan Jendela <i>P Chart</i>	85
Gambar 4. 27 Peta Kendali <i>P-Chart</i> Kecacatan Produk Selama 12 Bulan pada Bulan Maret 2024 - Februari 2025	85
Gambar 4. 28 Grafik Peta Kendali Setelah Revisi	87
Gambar 4. 29 Diagram Sebab Akibat Sobek Kertas.....	92
Gambar 4. 30 Diagram Sebab Akibat Noda Kertas.....	93
Gambar 4. 31 Diagram Sebab Akibat Kelebihan Lem	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Cacat *Inner Box* PT. Arsindo Mulya Tama

Lampiran 2 Kuisisioner FMEA



ABSTRAK

PT. Arsindo Mulya Tama, yang didirikan pada tahun 2015 di Cepiring, Kendal, Jawa Tengah, merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan dan menyediakan produk umum, dengan fokus utama pada pembuatan kemasan dalam (*inner box*) berkualitas tinggi untuk berbagai merek di Indonesia. Demi menjaga kualitas produk yang dihasilkan, perusahaan perlu menerapkan pendekatan *Six Sigma* menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), yang terdiri dari lima langkah sistematis. Penerapan metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan penyebab cacat serta menentukan langkah perbaikan yang paling tepat sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Selain itu, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengenali dan meminimalkan potensi kegagalan yang dapat menyebabkan cacat produk, berdasarkan perhitungan Risk Priority Number (RPN). Kombinasi kedua metode ini diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih akurat, terukur, dan berkelanjutan dalam proses perbaikan. Sementara karakteristik penting kualitas (CTQ) diidentifikasi pada tahap *Define*. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari total 916.200 unit yang diproduksi, terdapat 27.678 unit cacat, dengan penyebab utama berupa sobekan kertas (35%), noda pada kertas (33%), dan kelebihan lem (32%). Nilai rata-rata *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) sebesar 10.119,22 menghasilkan level sigma 3,83, sedangkan peta kendali p mengindikasikan proses produksi belum stabil. Setelah evaluasi selama 12 bulan, kapabilitas proses menunjukkan nilai Cp sebesar 0,236672 dan Cpk sebesar 1,0255. Meskipun variasi dalam proses produksi masih ditemukan, perusahaan telah menunjukkan kemampuannya untuk memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan, dilakukan analisis *fishbone* yang menunjukkan bahwa penyebab cacat berasal dari faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Faktor manusia menjadi penyumbang terbesar dengan nilai RPN tertinggi sebesar 294, disebabkan oleh rendahnya pemahaman dan keterampilan operator dalam mengoperasikan mesin. Oleh karena itu, dirancang rencana tindakan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H sebagai upaya mendukung peningkatan kualitas produk secara berkelanjutan.

Kata kunci : DMAIC, FMEA, Pengendalian Kualitas

ABSTRACT

PT. Arsindo Mulya Tama, established in 2015 in Cepiring, Kendal, Central Java, is a company engaged in the printing industry and the production of general goods, with a primary focus on manufacturing high-quality inner boxes for various brands in Indonesia. To maintain the quality of its products, the company needs to implement a Six Sigma approach using the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) method, which consists of five systematic stages. The application of this method aims to identify the types and causes of defects, as well as to determine the most appropriate corrective actions according to the company's needs. In addition, the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method is used to identify and minimize potential failures that can lead to product defects, based on the calculation of the Risk Priority Number (RPN). Combining both methods is expected to provide more. Meanwhile, the Critical to Quality (CTQ) characteristics are identified during the Define stage. The analysis results show that, out of a total production of 916,200 units, there were 27,678 defective units, with the main causes being paper tears (35%), paper stains (33%), and excess glue (32%). The average Defects Per Million Opportunities (DPMO) value is 10,119.22, resulting in a sigma level of 3.83, while the p-control chart indicates that the production process is not yet stable. After an evaluation period of 12 months, the process capability shows a Cp value of 0.236672 and a Cpk value of 1.0255. Although variations in the production process are still found, the company has demonstrated its ability to meet the established quality standards. A fishbone analysis was conducted, revealing that the sources of defects stem from human factors, materials, machines, methods, and the environment. The human factor is the largest contributor, with the highest RPN value of 294, due to the low level of understanding and skills of operators in operating the machine. Therefore, a corrective action plan has been designed using the 5W+1H approach as an effort to support continuous improvement in product quality.

Keywords : DMAIC, FMEA, Quality Control

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pesat dalam industri, yang ditandai oleh era persaingan pasar global, mendorong meningkatnya tuntutan pelanggan akan kualitas produk dan layanan yang lebih baik. Kemampuan untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan harga yang kompetitif menjadi faktor kunci dalam memenangkan persaingan bisnis. Dalam upaya mengukur kematangan industri manufaktur dalam memproduksi produk sesuai standar, kualitas produk menjadi indikator utama yang berperan penting dalam membangun kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan dan pengendalian kualitas secara berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan serta spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Perusahaan harus memberikan dan memenuhi kualitas terbaik, termasuk produk, karena kualitas merupakan faktor utama dalam kepuasan pelanggan (Andespa, 2020).

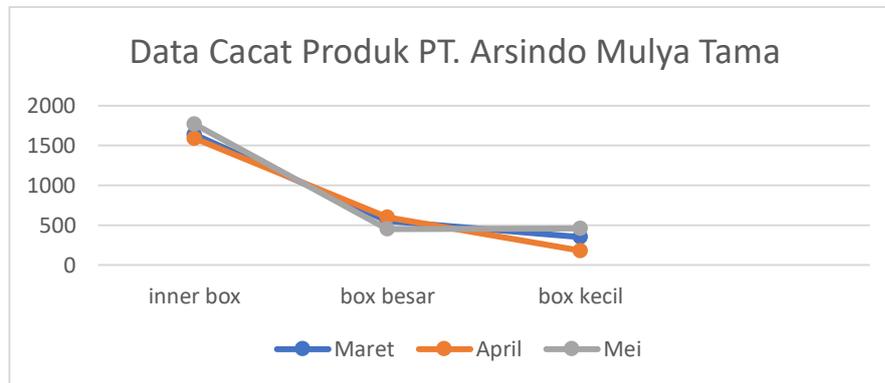
Manajemen memiliki peran penting dalam mengurangi jumlah produk cacat atau yang tidak memenuhi standar perusahaan. Berbagai faktor dapat menjadi penyebab kecacatan dalam proses produksi, seperti mesin, metode kerja, bahan baku, dan lainnya. Namun, dari semua faktor tersebut, belum dapat diidentifikasi secara spesifik faktor mana yang paling besar memengaruhi terjadinya cacat produk. Hingga saat ini, perusahaan hanya mengandalkan pengendalian kualitas sebagai upaya pencegahan terhadap produk cacat selama proses produksi. Pengendalian kualitas sendiri merupakan langkah untuk memastikan produk tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan perusahaan (Nasution & Sodikin, 2018).

PT. Arsindo Mulya Tama adalah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan dan penyediaan berbagai jenis barang, dengan fokus utama pada penyediaan barang dan layanan cetak untuk memenuhi kebutuhan pabrik, hotel, perkantoran, serta kebutuhan umum masyarakat. Untuk produksi PT. Arsindo Mulya Tama sendiri memproduksi berupa *box* dari ukuran kecil, medium, hingga

ukuran besar. Dalam dunia percetakan, *inner box* merujuk pada kotak bagian dalam yang digunakan untuk mengemas dan melindungi produk atau barang lainnya. *Inner box* sering digunakan untuk melindungi produk dari kerusakan selama pengiriman atau penyimpanan. Mengenai produk *inner box* yang dihasilkan oleh PT. Arsindo Mulya Tama meliputi berbagai jenis kemasan, antara lain *inner box* Kenda tipe 20x1.75/2.125 untuk ban dalam sepeda, *inner box* Kenda tipe K488 untuk ban dalam sepeda, *inner box* Sereal Oriflakes, *inner box* Susu Etawa, *inner box* putih Kenda tipe 26x1.75–2.35, *inner box* GS Battery, *inner box* Sarung Wadimor, *inner box* untuk produk UMKM, serta berbagai jenis *inner box* lainnya sesuai kebutuhan konsumen. Pemilihan *inner box* sebagai objek penelitian skripsi ini didasari oleh fakta bahwa produk *inner box* sering kali mengalami tingkat kecacatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk cetakan lainnya, seperti cacat cetakan sobek pada kertas, noda kertas, kelebihan lem, dan kualitas bahan. Selama periode 12 bulan, dari total produksi sebanyak 916.200 unit, ditemukan 27.678 unit produk cacat, yang setara dengan rata-rata persentase cacat sebesar 3,04% dari keseluruhan produksi. Dari jumlah tersebut, cacat berupa sobekan pada kertas mencapai 9.854 unit. Cacat berupa noda pada kertas tercatat sebanyak 9.028 unit, sedangkan cacat akibat kelebihan lem berjumlah 8.796 unit. Hal ini menjadikannya topik yang relevan untuk diteliti guna mengidentifikasi penyebab utama dan mencari solusi yang dapat meningkatkan kualitas produksi serta mengurangi tingkat kerugian yang disebabkan oleh kecacatan produk.

PT. Arsindo Mulya Tama memiliki tanggung jawab besar dalam menjaga dan terus meningkatkan kualitas produk demi menjaga kepercayaan dan kepuasan pelanggan. Untuk mencapai hal tersebut, kualitas yang baik harus diperhatikan mulai dari pemilihan bahan baku hingga tahap *finishing*. Pengendalian kualitas di PT. Arsindo Mulya Tama dilakukan pada setiap tahapan proses produksi *inner box*, guna memastikan hasil produk yang optimal. Fokus penelitian ini adalah pada tahap cetak dan *finishing*, yang merupakan proses penting karena memiliki pengaruh besar terhadap kualitas *inner box*. Proses ini memberikan dampak signifikan terhadap kegiatan produksi dan manajemen mutu di PT. Arsindo Mulya Tama, yang menetapkan batas maksimum tingkat cacat sebesar 2%. Seluruh upaya ini dilakukan

agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan dan meminimalkan potensi cacat produksi.



Gambar 1. 1 Grafik Cacat Produk PT. Arsindo Mulya Tama

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang dapat disusun adalah sebagai berikut:

- Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan cacat produk dalam proses pencetakan *inner box*?
- Apa saja potensi kegagalan tertinggi yang dapat terjadi dalam proses produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama?
- Bagaimana rancangan perbaikan kualitas yang dapat diterapkan untuk menurunkan jumlah cacat produk pada proses pencetakan *inner box*?

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi hal-hal berikut:

- Penelitian ini hanya dilaksanakan di PT. Arsindo Mulya Tama.
- Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari riset lapangan di perusahaan, meliputi dokumentasi, observasi, wawancara, serta data yang diperoleh langsung dari perusahaan.
- Penelitian ini dilakukan hanya sampai usulan perbaikan, tidak sampai implementasi usulan perbaikan.

- d. Penelitian hanya berfokus pada jenis, jumlah, dan faktor penyebab kecacatan produk.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cacat produk yang sering muncul dalam proses pencetakan *inner box*.
- b. Untuk mengetahui potensi kegagalan tertinggi yang dapat terjadi dalam proses produksi *inner box*
- c. Untuk merumuskan rekomendasi perbaikan yang diperlukan guna mengurangi jumlah cacat pada proses pencetakan *inner box*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mahasiswa
Manfaat yang diperoleh mahasiswa antara lain mampu mengaplikasikan pengetahuan yang didapat selama masa perkuliahan, menambah wawasan serta pengalaman langsung di dunia kerja, serta memperluas jaringan relasi yang berguna untuk karier di masa depan.
- b. Program Studi Teknik Industri Unissula
Manfaat bagi program studi Teknik Industri Unissula adalah memperkuat hubungan serta menjalin kerja sama antara perusahaan dan program studi Teknik Industri Unissula. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi tambahan referensi ilmiah dan sumber literatur bagi mahasiswa di program studi tersebut.
- c. Perusahaan
Manfaat bagi perusahaan yang didapatkan adalah metode baru yang diusulkan oleh peneliti dapat menjadi masukan dan mengevaluasi terhadap

metode yang digunakan perusahaan saat ini dalam proses pengendalian kualitas produk perusahaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah susunan sistematika penulisan skripsi yang digunakan dalam penyusunan laporan ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan, akan dijabarkan mengenai latar belakang masalah yang menjadi fokus penelitian, meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta struktur penyusunan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisi ulasan literatur dari jurnal dan prosiding penelitian terdahulu, serta landasan teori yang mencakup konsep dasar yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah, terutama yang terkait dengan tema penelitian yaitu *Six Sigma* DMAIC dan FMEA, yang akan menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan prosedur penelitian yang meliputi objek penelitian, teknik pengumpulan data terkait *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama, hipotesis, metode analisis, pembahasan, kesimpulan, serta diagram alir yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian sesuai dengan harapan penulis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat penjelasan umum tentang perusahaan yang menjadi objek penelitian, yaitu PT. Arsindo Mulya Tama, termasuk gambaran perusahaan serta data hasil pengamatan yang dikumpulkan untuk mengurangi jumlah produk cacat. Selain itu, bab ini juga menguraikan hasil penelitian yang mencakup data yang diperoleh selama proses penelitian dan pengolahan data dengan metode yang telah ditetapkan. Materi yang dibahas meliputi pengolahan data melalui perhitungan, analisis faktor penyebab masalah, serta rekomendasi perbaikan guna meminimalkan cacat produk dengan menerapkan metode *Six Sigma* DMAIC dan FMEA.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi ringkasan hasil yang diperoleh dari setiap bab dalam penulisan Tugas Akhir. Kesimpulan yang disajikan mencerminkan temuan dari penelitian berdasarkan pengolahan data dan analisis situasi di lapangan. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang diberikan sebagai rekomendasi atau langkah perbaikan agar perusahaan dapat meningkatkan kinerjanya di masa depan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam tinjauan pustaka ini, akan dibahas hasil-hasil dari penelitian terdahulu yang relevan. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan topik penelitian yang akan dilakukan antara lain sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh (Wardana, 2023) dengan judul “Penerapan DMAIC dan FMEA untuk Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Kertas di Perusahaan Percetakan PT. XYZ” menjelaskan bahwa rumusan masalahnya terkait tingginya persentase produk cacat yang melebihi batas toleransi yang ditetapkan perusahaan. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa persentase cacat tersebut sudah melampaui batas tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode pengendalian kualitas DMAIC dan FMEA berhasil menurunkan persentase produk cacat dari 3,42% menjadi 1,14%, yang sudah sesuai dengan target perusahaan untuk menurunkan cacat di bawah 3%. Selain itu, penggantian *vacuum pad* lama dengan yang baru mampu mengurangi biaya perawatan mesin sebesar Rp19.440.000 per tahun.

Penelitian yang dilakukan oleh (Asiva Noor Rachmayani, 2015) yang berjudul “Analisa Pengendalian Kualitas *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* Dengan Menggunakan Metode *Taguchi* Pada PT. XYZ” menjelaskan bahwasanya terdapat permasalahan dalam proses pengolahan CPO menjadi minyak *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBD Palm Oil), masalah kualitas menjadi hal yang tidak terpisahkan. Penelitian kualitas RBD Palm Oil dilakukan dengan menggunakan Metode *Taguchi*, yang bertujuan untuk menentukan kombinasi level faktor yang paling optimal agar produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas. Analisis data dilakukan dengan metode rata-rata, analisis varians, dan strategi pooling up. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setting optimal untuk kadar ALB adalah tekanan perebusan pada level 1 (2,0 torr), temperatur perebusan pada level 2 (105°C), dan waktu perebusan pada level 1 (50 menit). Sedangkan untuk kadar warna, setting optimal juga sama dengan kadar ALB. Untuk kadar air, setting

optimal adalah waktu perebusan pada level 2 (60 menit), temperatur perebusan pada level 2 (105°C), dan tekanan perebusan pada level 1 (2,0 torr). Berdasarkan data tersebut, total proporsi cacat setelah penerapan kombinasi setting optimal dari metode Taguchi adalah 18,05%. Setelah penerapan tersebut, total proporsi cacat menurun sebesar 9,71%.

Dari jurnal yang berjudul “Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode *Six Sigma-Dmaic* dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk Rebana pada UKM Alfiya Rebana Gresik” dalam penelitian yang dilakukan oleh (Izzah & Rozi, 2019) dijelaskan bahwa tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kecacatan produk serta mengidentifikasi dan memperbaiki penyebab terjadinya cacat. Dari produksi sebanyak 1.045 rebana, tercatat 146 unit produk cacat, dengan estimasi potensi kerusakan sebesar 144.835 rebana per sejuta produksi (DPMO). Berdasarkan diagram Pareto, jenis cacat yang paling sering muncul adalah meletus sebesar 40%, retak sebesar 38%, dan suara kendor sebesar 22%. Selanjutnya, melalui diagram *fishbone* (sebab-akibat), direkomendasikan perbaikan pada faktor manusia, mesin, dan material oleh Alfiya Rebana untuk mengatasi penyebab utama cacat retak, meletus, dan suara kendor.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rahman & Perdana, 2021) dengan judul “Analisis Perbaikan Kualitas Produk *Carton Box* di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA” menjelaskan bahwasanya terdapat permasalahan karena banyak produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi dan harapan pelanggan, metode DMAIC dan FMEA digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kecacatan yang paling dominan, menganalisis faktor penyebabnya, serta merancang usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk *carton box*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai RPN tertinggi adalah 280, yang disebabkan oleh operator yang kurang teliti. Berdasarkan diagram Pareto, jenis cacat yang paling sering terjadi dalam proses produksi *carton box* adalah cacat cetakan gambar, dengan jumlah 68.784 pcs atau 50,1% dari total 137.361 pcs cacat. Analisis FMEA menegaskan perlunya pengawasan ketat agar proses produksi berjalan sesuai standar prosedur, guna meminimalkan terjadinya penyimpangan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nasution & Sodikin, 2018) dengan judul “Perbaikan Kualitas Proses Produksi *Carton Box* Dengan Menggunakan Metode DMAIC Dan *Fuzzy FMEA*” dengan hasil penelitian yaitu menunjukkan bahwa kecacatan yang paling dominan terjadi dalam proses produksi *carton box* adalah cacat cetakan sebanyak 109.439 unit (49,2%) dari total 222.421 unit cacat. Penyebab utama cacat cetakan berasal dari faktor manusia, seperti kurangnya pengetahuan dan pelatihan terkait mesin; faktor material, seperti tinta yang kurang kental dan menggumpal; serta faktor mesin, yaitu penyumbatan pada *anilox roll*. Usulan perbaikan khusus meliputi pembuatan standar kerja untuk penyetelan jarak sesuai ketebalan *sheet* yang digunakan. Sementara itu, usulan perbaikan umum mencakup pelatihan operator mengenai pengoperasian mesin dan proses produksi di seluruh bagian, terutama pada bagian *converting*, guna meningkatkan kualitas produk.

Penelitian yang dilakukan oleh (Idris & Aditya Sari, 2016) pada industri pengolahan tempe memiliki permasalahan untuk mengetahui pengendalian kualitas produk tempe dengan menggunakan metode *seven tools*. Untuk memperoleh data yang relevan, dilakukan pengamatan terhadap produk yang tidak memenuhi spesifikasi (rusak). Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan berbagai alat seperti *check sheet*, *flow chart*, *histogram*, *pareto chart*, *control chart*, *scatter diagram*, dan *fishbone diagram*. Berdasarkan hasil perhitungan dengan peta kontrol selama 20 kali pengamatan, diperoleh nilai garis tengah (*central line*) sebesar 3, batas kontrol atas (*UCL*) sebesar 5,6, dan batas kontrol bawah (*LCL*) sebesar 0,32. Data tersebut menunjukkan bahwa tidak ada variasi proses yang berada di luar batas pengendalian (*Out of Control*), sehingga proses produksi masih terkendali (*In Control*). Selain itu, kondisi lingkungan juga berpengaruh terhadap jumlah produk cacat dalam produksi tempe.

Penelitian yang dilakukan oleh (Hidayatullah Elmas, 2017) pada Toko Roti Barokah Bakery memiliki permasalahan untuk menentukan penerapan metode *statistik Quality Control (SQC)* dengan menggunakan peta kendali dan diagram sebab-akibat oleh perusahaan Barokah Bakery dalam upaya mengendalikan kualitas dan mengurangi produk gagal. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur

dan observasi lapangan, sedangkan alat analisis yang digunakan meliputi diagram kontrol dan diagram sebab-akibat. Metode yang diterapkan adalah *Statistik Quality Control* (SQC). Hasil analisis diagram kontrol menunjukkan bahwa dari 27.710 unit produk yang diperiksa, rata-rata tingkat kerusakan produk sebesar 0,099 atau 9,9%. Nilai batas atas kontrol (UCL) adalah 0,1161 (11,61%) dan batas bawah kontrol (LCL) adalah 0,0819 (8,12%). Hal ini menunjukkan bahwa kontrol kualitas di Barokah *Bakery* berjalan baik karena jumlah produk gagal masih berada dalam batas yang dapat diterima, yaitu antara UCL dan LCL. Sementara itu, berdasarkan diagram tulang ikan (*fishbone*), faktor utama penyebab kegagalan produk roti adalah faktor manusia, yaitu kesalahan dalam proses pembuatan roti. Oleh karena itu, pelatihan bagi karyawan sangat diperlukan untuk meminimalkan tingkat produk gagal yang disebabkan oleh faktor tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh (Radianza & Mashabai, 2020) pada PT. Borsya Cipta Communica memiliki permasalahan kualitas merupakan faktor utama agar produk yang dihasilkan mampu memenuhi kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, pengendalian kualitas harus dikelola dengan baik. Pengendalian kualitas adalah suatu sistem yang melibatkan pengujian, analisis, serta tindakan yang diambil dengan memanfaatkan berbagai alat dan teknik untuk mengendalikan mutu produk secara efektif dan efisien, sesuai dengan harapan konsumen. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pengendalian kualitas adalah *Seven Tools Quality* (7 alat pengendalian kualitas). Metode ini menunjukkan bahwa upaya mengatasi cacat yang muncul dapat dilakukan dengan memperhatikan elemen-elemen dalam proses produksi, seperti manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan, agar peningkatan kualitas dapat berlangsung secara efektif. Perbaikan sistem pengendalian kualitas yang sudah ada difokuskan pada jenis cacat yang paling sering ditemukan berdasarkan hasil metode *Seven Tools Quality*. Jenis cacat yang paling dominan antara lain Mop Tunsen, Tunsen Ferrule, dan Loss Db. Setiap jenis cacat memiliki akar masalah yang berbeda, meliputi faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan, yang menjadi dasar dalam menentukan solusi perbaikan. Proses perbaikan dilakukan secara bertahap pada masing-masing jenis

cacat dalam periode waktu tertentu agar fokus utama dalam penanganan cacat dapat tercapai dengan maksimal.

Penelitian yang dilakukan oleh (Alfarizi et al., 2023) pada Industri AMDK memiliki permasalahan bahan *preform* terbuat dari PET (*Polyethylen Terphthalate*). Selama proses produksi, di sana terdapat bahan *preform* yang ditolak karena berbagai masalah, seperti botol pecah, ketebalan botol yang tidak konsisten, *preform* berwarna putih, botol yang terjepit, serta botol berwarna putih. Total penolakan material *preform* dari Januari hingga Oktober 2022 mencapai 0,98%, yaitu sebanyak 234.504 pcs dari total produksi 23.905.322 botol. Persentase *preform reject* tersebut melebihi standar perusahaan yang ditetapkan sebesar 0,5%. Metode yang diterapkan dalam analisis ini adalah *Six Sigma* dan FMEA. Hasilnya adalah rekomendasi perbaikan yang diusulkan berupa *checklist* pengoperasian mesin *blower*, spesifikasi awal untuk pemasok, dan jadwal pelatihan. Namun, rekomendasi itu yang dilaksanakan adalah *checklist* formulir pengoperasian mesin *blower*. Dari hasil penelitian rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah *checklist* pengoperasian mesin *blower*, spesifikasi awal untuk pemasok, dan jadwal pelatihan. Namun, rekomendasi itu yang dilaksanakan adalah *checklist* formulir pengoperasian mesin *blower* karena kerusakan mesin adalah penyebab faktor utama terjadinya *reject* material *preform* berdasarkan analisa FMEA. Rekomendasi itu dilaksanakan selama satu bulan di bulan November dan berhasil menurunkan *preform material reject* rata-rata sebesar 0,86% atau terdapat *preform reject* sebanyak 298.641 pcs *preform* dari total *output* produksi sebanyak 34.599.74 botol selama bulan Januari sampai dengan November 2022. Perhitungan akhir setelah pelaksanaan usulan perbaikan menunjukkan terjadi penurunan nilai DPMO dari 1961,93 menjadi 1726,26, serta peningkatan tingkat sigma dari 4,38 menjadi 4,42 sigma. Perubahan ini menunjukkan bahwa level sigma meningkat sebesar 0,04 sigma.

Penelitian yang dilakukan oleh (Fauzi & Aulawi, 2016) pada PD. Panduan Illahi memiliki permasalahan yang terjadi pada perusahaan ini adalah perusahaan memproduksi barang sesuai permintaan, yang sebagian besar berasal dari luar kota bahkan luar negeri seperti Arab Saudi, Dubai, dan Suriah, sehingga permintaan

untuk jenis peci *overset* cukup tinggi. Namun, perusahaan menghadapi masalah dalam proses produksi karena masih banyak produk cacat yang dihasilkan akibat berbagai faktor yang menurunkan kualitas produk. Metode yang diterapkan adalah *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil analisis menunjukkan bahwa cacat pada rajutan disebabkan oleh faktor kesalahan manusia, mesin, bahan, dan metode; cacat pada jahitan disebabkan oleh faktor manusia, mesin, dan lingkungan; sedangkan cacat penyelutan disebabkan oleh faktor manusia, mesin, dan lingkungan. Jenis cacat yang paling sering terjadi dan penyebabnya antara lain: cacat rajutan dengan nilai RPN 504 yang disebabkan oleh penurunan konsistensi pekerja akibat kelebihan beban kerja, kerusakan mesin karena kurang perawatan, kualitas bahan yang buruk, dan pemasangan bandul terlalu berat yang membuat benang poliester berlubang. Cacat jahitan dengan nilai RPN 441 disebabkan oleh kurangnya kompetensi pekerja dalam menjahit, pencahayaan yang kurang di ruang kerja sehingga konsentrasi menurun, serta mesin yang rusak akibat kurang perawatan. Cacat penyelutan dengan nilai RPN 336 terjadi karena kelelahan pekerja dan kesalahan dalam memasukkan jarum ke benang poliester, sehingga peci tidak mengerut dengan baik, juga dipengaruhi oleh pencahayaan yang kurang memadai di tempat kerja. Usulan perbaikan mencakup pembuatan alat bantu agar pekerja dapat mengingat jumlah putaran rajutan yang harus dilakukan sebanyak 10 kali, serta penggantian atau perawatan mesin secara berkala minimal setiap bulan.

Penelitian yang dilakukan saat ini berjudul "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat pada Proses Produksi Percetakan *Inner Box* Menggunakan Metode *Six Sigma*-DMAIC dan FMEA". Penelitian ini menggunakan pendekatan *Six Sigma* dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), yang terdiri dari lima tahap sistematis. Metode ini diterapkan untuk merumuskan usulan perbaikan kualitas yang paling sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Selain itu, untuk memperkuat analisis, digunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) guna mengidentifikasi dan mengurangi potensi kegagalan yang dapat menyebabkan cacat produk. Fokus utama penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi kualitas produk, penyebab kerusakan,

mengidentifikasi potensi kegagalan tertinggi dalam proses produksi *inner box*, serta menyusun rekomendasi perbaikan guna meningkatkan mutu produk secara menyeluruh.



Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Judul	Penulis	Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian
1.	Penerapan DMAIC dan FMEA Untuk Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Kertas Perusahaan Percetakan PT. XYZ	(Aji Pramudya Wardana, Wiwin Widiasih 2023)	Jurnal Senopati, Vol. 05 No.01, September 2023 ISSN 2714-7010	Tingginya tingkat cacat pada perusahaan telah melampaui batas toleransi yang telah ditetapkan, namun kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa persentase cacat masih melebihi ambang batas tersebut. Tingginya jumlah produk cacat ini berdampak pada ketidaksesuaian target produksi yang telah direncanakan, sehingga mengakibatkan permintaan konsumen tidak terpenuhi. Akibatnya, proses produksi yang telah disusun menjadi terhambat karena	DMAIC dan FMEA	Hasil penelitian ini berhasil mengidentifikasi penyebab terjadinya cacat selama proses produksi dan menemukan solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi tingkat cacat produk. Melalui penerapan metode pengendalian kualitas DMAIC dan FMEA, tercapai penurunan persentase cacat produk dari 3,42% menjadi 1,14%. Penurunan ini sudah memenuhi target, yaitu di bawah 3%. Selain itu, penggantian <i>vacuum pad</i> lama dengan yang baru juga berhasil menurunkan biaya perawatan mesin sebesar Rp19.440.000 per tahun.

				perusahaan harus melakukan produksi ulang terhadap produk yang tidak sesuai.		
2.	Analisa Pengendalian Kualitas <i>Refined Bleached Deodorized Palm Oil</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Taguchi</i> Pada PT. XYZ	(Asiva Noor Rachmayani, 2015)	Jurnal Sistem Teknik Industri , Vol. 20, No. 1, 2018: 48-53	Dalam proses pengolahan CPO menjadi minyak <i>Refined Bleached Deodorized Palm Oil</i> , sering kali muncul permasalahan yang terkait dengan kualitas. Penelitian mengenai kualitas minyak <i>Refined Bleached Deodorized Palm Oil</i> dilakukan dengan penerapan Metode <i>Taguchi</i> . Metode ini bertujuan untuk menentukan kombinasi level yang optimal dari setiap faktor, sehingga minyak yang dihasilkan	<i>Taguchi</i>	Hasil penelitian dianalisis menggunakan metode rata-rata, analisis <i>varians</i> , dan strategi <i>pooling up</i> . Berdasarkan hasil kesimpulan, kombinasi setting yang paling optimal untuk kadar ALB adalah tekanan perebusan pada level 1 (2,0 torr), temperatur perebusan pada level 2 (105°C), dan waktu perebusan pada level 1 (50 menit). Untuk kadar warna, kombinasi setting terbaik adalah tekanan perebusan pada level 1 (2,0 torr), temperatur perebusan pada level 2 (105°C), dan waktu perebusan pada level 1 (50 menit). Sedangkan kombinasi setting

				sesuai dengan standar yang ditetapkan.		yang paling optimal untuk kadar air adalah waktu perebusan pada level 2 (60 menit), temperatur perebusan pada level 2 (105°C), dan tekanan perebusan pada level 1 (2,0 torr). Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa total persentase cacat secara keseluruhan setelah penerapan kombinasi setting optimal dengan metode Taguchi adalah 18,05%. Setelah menerapkan kombinasi setting optimal tersebut, terjadi penurunan total persentase cacat sebesar 9,71%.
3.	Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode <i>Six Sigma</i> -Dmaic dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk Rebana pada UKM	(Izzah & Rozi, 2019)	Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika, Vol. 07 No. 01, Maret	Masalah yang kerap terjadi di UKM Alfiya Rebana adalah tingginya tingkat kerusakan pada salah satu produknya, yaitu rebana dengan diameter 31 cm,	<i>Six Sigma-DMAIC</i> (<i>Define, Measure, Analyze, Improve,</i>	Berdasarkan hasil penelitian dengan metode DMAIC, diperoleh data produksi sebanyak 1.045 unit rebana, dengan jumlah produk cacat sebanyak 146 unit dan potensi kerusakan mencapai

	Alfiya Rebana Gresik		2019: 13-25	yang berdampak pada penurunan tingkat produktivitas.	<i>Control</i>)	144.835 unit per satu juta produksi (DPMO). Dari analisis diagram Pareto, diketahui bahwa jenis kecacatan yang paling dominan adalah cacat meletus (40%), retak (38%), dan suara kendur (22%). Sementara itu, melalui diagram <i>fishbone</i> atau diagram sebab akibat, diusulkan perbaikan yang harus dilakukan oleh Alfiya Rebana untuk mengatasi penyebab terjadinya cacat, yakni dengan melakukan perbaikan pada aspek manusia, mesin, dan material.
4.	Analisis Perbaikan Kualitas Produk <i>Carton Box</i> di PT.XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA	(Rahman & Perdana, 2021)	Jurnal Optimasi Teknik Industri, Vol. 03 No. 01, 2021: 33-37	Selama proses produksi berlangsung, perusahaan ini menghadapi permasalahan berupa adanya produk cacat, di mana sebagian besar produk yang	DMAIC dan FMEA	Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa faktor utama penyebab kecacatan produk adalah faktor manusia. Perhitungan menggunakan metode FMEA menunjukkan nilai

				<p>dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi dan harapan pelanggan. Dengan penerapan metode DMAIC dan FMEA, dapat diidentifikasi tingkat kecacatan yang paling dominan, dilakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya cacat, serta disusun usulan perbaikan guna meningkatkan kualitas produk <i>carton box</i>.</p>		<p>RPN tertinggi sebesar 280, yang disebabkan oleh ketidakteelitian operator. Jenis kecacatan yang paling sering terjadi, menurut analisis diagram pareto, adalah cacat pada cetakan gambar dengan jumlah 68.784 unit atau sebesar 50,1% dari total cacat sebanyak 137.361 unit. Hasil analisis FMEA juga menunjukkan perlunya pengawasan agar proses produksi tetap sesuai dengan prosedur standar, sehingga potensi penyimpangan dapat diminimalisir.</p>
5.	Perbaikan Kualitas Proses Produksi <i>Carton Box</i> Dengan Menggunakan Metode DMAIC Dan <i>Fuzzy</i> FMEA	(Nasution & Sodikin, 2018)	Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol. 20 No. 2, Juli 2018 ISSN 1411 - 5247	PT. XYZ bergerak dalam produksi <i>carton box</i> , namun dalam pelaksanaan proses produksinya, ditemukan adanya produk cacat khususnya pada bagian	DMAIC dan <i>Fuzzy</i> FMEA	Hasil penelitian di PT. XYZ menunjukkan bahwa cacat paling banyak terjadi pada proses produksi <i>carton box</i> , dengan jumlah cacat cetakan mencapai 109.439 unit (49,2%) dari total

			<p>cetakan. Melalui penerapan metode DMAIC dan Fuzzy FMEA, perusahaan dapat mengidentifikasi tingkat kecacatan yang terjadi dan menyusun usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas dalam proses produksi <i>carton box</i>.</p>	<p>cacat sebanyak 222.421 unit. Faktor penyebab cacat cetakan meliputi aspek manusia (kurangnya pengetahuan dan pelatihan terkait mesin), faktor material (tinta yang kurang kental dan menggumpal), serta faktor mesin (terjadinya penyumbatan pada <i>anilox roll</i>). Usulan perbaikan khusus meliputi pembuatan standar kerja untuk penyesuaian jarak berdasarkan ketebalan lembaran yang digunakan. Sementara itu, perbaikan secara umum mencakup pelatihan operator mengenai pengoperasian mesin dan proses produksi di seluruh bagian, khususnya pada bagian <i>converting</i>, guna meningkatkan kualitas produk.</p>
--	--	--	--	--

6.	Pengendalian Kualitas Tempe Dengan Metode <i>Seven Tools</i>	(Idris & Aditya Sari, 2016)	Jurnal Teknovasi Volume 03, Nomor 1, 2016, 66 - 80 ISSN : 2355-701X	Untuk mengidentifikasi pengendalian kualitas produk tempe, digunakan metode <i>seven tools</i> . Agar data yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian, dilakukan pengamatan terhadap produk yang tidak memenuhi spesifikasi (rusak). Selanjutnya, perhitungan dilakukan menggunakan berbagai alat seperti <i>check sheet</i> , <i>flow chart</i> , <i>histogram</i> , <i>diagram pareto</i> , <i>diagram kontrol</i> , <i>diagram scatter</i> , dan <i>diagram fishbone</i> untuk menganalisis hasil produk.	<i>Seven Tools</i>	Berdasarkan hasil penelitian dari perhitungan menggunakan peta kontrol, dapat disimpulkan bahwa selama 20 kali pengamatan, nilai garis tengah (<i>central line</i>) adalah 3, batas kontrol atas (UCL) sebesar 5,6, dan batas kontrol bawah (LCL) sebesar 0,32. Dari data ini diketahui bahwa tidak terdapat variasi proses yang berada di luar batas pengendalian (<i>Out of Control</i>), sehingga proses masih dalam kondisi terkendali (<i>In Control</i>). Selain itu, kondisi lingkungan juga berpengaruh terhadap jumlah produk cacat dalam produksi tempe.
7.	Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode <i>Statistical</i>	(Hidayatullah Elmas, 2017)	Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi WIGA, Vol. 7,	Untuk menetapkan metode <i>statistik Quality Control</i> (SQC), perusahaan Barokah	<i>Statistical Quality Control</i>	Berdasarkan hasil penelitian menggunakan analisis diagram kontrol, diketahui bahwa dari

	<p><i>Quality Control (SQC)</i> Untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Toko Roti Barokah <i>Bakery</i>.</p>		<p>Maret 2017, Hal 15-22</p>	<p><i>Bakery</i> menerapkan teknik peta kendali dan diagram sebab-akibat dalam pengendalian kualitas guna mengurangi produk gagal. Data dikumpulkan melalui penelitian dan survei lapangan di perpustakaan, sementara alat analisis yang digunakan meliputi diagram kontrol serta diagram sebab-akibat.</p>	<p>27.710 unit produk yang diperiksa, rata-rata tingkat kerusakan adalah 0,099 atau 9,9%. Batas pengawasan ditetapkan pada UCL sebesar 0,1161 (11,61%) dan LCL sebesar 0,0819 (8,12%). Pengendalian kualitas di Barokah <i>Bakery</i> tergolong baik karena jumlah produk gagal masih berada dalam rentang batas wajar antara UCL dan LCL. Sementara itu, dari analisis diagram tulang ikan, faktor utama penyebab kegagalan produk roti di Barokah <i>Bakery</i> adalah faktor manusia, yaitu kesalahan dalam proses pembuatan roti. Oleh karena itu, pelatihan bagi para pekerja diperlukan untuk mengurangi produk gagal yang disebabkan oleh faktor tersebut.</p>
--	---	--	------------------------------	---	---

8.	Analisa Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Menggunakan Metode <i>Seven Tools Quality</i> Di PT. Borsya Cipta Communica	(Radianza & Mashabai, 2020)	Jurnal Industri & Teknologi Samawa, Vol. 1, No. 1, Februari 2020 : 17-21	Kualitas merupakan faktor kunci agar produk yang dihasilkan mampu memenuhi harapan dan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, pengendalian kualitas harus dijalankan dengan baik dan efektif. Pengendalian kualitas merupakan sebuah sistem yang melibatkan proses pengujian, analisis, serta tindakan yang diambil dengan memanfaatkan berbagai alat dan teknik secara terintegrasi, guna menjaga kualitas produk seminimal mungkin biaya, sesuai dengan kebutuhan konsumen. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam	<i>Seven Tools Quality</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa upaya untuk mengatasi cacat yang disebabkan oleh berbagai faktor dapat dilakukan dengan memperhatikan elemen-elemen dalam proses produksi, seperti manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan, agar peningkatan kualitas dapat berjalan secara efektif. Perbaikan sistem pengendalian kualitas yang sebelumnya diterapkan menggunakan metode <i>Seven Tools Quality</i> berhasil mengidentifikasi jenis cacat yang paling dominan. Hal ini menjadi fokus utama dalam upaya peningkatan hasil produksi. Jenis cacat yang paling sering muncul antara lain Mop Tunsen, Tunsen Ferrule, dan Loss Db, yang masing-masing memiliki akar
----	---	-----------------------------	--	--	----------------------------	---

				<p>pengendalian kualitas adalah penerapan tujuh alat pengendalian kualitas (<i>Seven Tools Quality</i>).</p>		<p>penyebab yang berbeda meliputi faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Proses perbaikan dilakukan secara bertahap pada satu jenis cacat dalam jangka waktu tertentu agar fokus perbaikan dapat terjaga dan penanganan cacat dapat dilakukan secara efektif.</p>
9.	<p>Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> dan FMEA untuk Mengurangi <i>Reject Material Preform</i> pada Industri AMDK</p>	<p>(Alfarizi et al., 2023)</p>	<p><i>Journal of Industrial Engineering: Application and Research</i>, Vol. 03 No. 01, June 2023</p>	<p>Bahan <i>preform</i> yang digunakan terbuat dari PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>). Dalam proses produksi, terdapat sejumlah bahan <i>preform</i> yang ditolak karena berbagai cacat seperti botol pecah, ketebalan botol yang tidak konsisten, <i>preform</i> berwarna putih, botol yang terjepit, serta botol</p>	<p><i>Six Sigma</i> dan FMEA</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi perbaikan yang diajukan meliputi <i>checklist</i> pengoperasian mesin <i>blower</i>, penentuan spesifikasi awal untuk pemasok, dan penjadwalan pelatihan. Namun, yang diimplementasikan adalah penggunaan <i>checklist</i> formulir pengoperasian mesin <i>blower</i>, karena kerusakan mesin diidentifikasi sebagai penyebab</p>

			<p>berwarna putih. Total jumlah <i>preform reject</i> dari Januari hingga Oktober 2022 mencapai 0,98%, yaitu sebanyak 234.504 unit dari total produksi 23.905.322 botol. Persentase penolakan material <i>preform</i> ini melebihi standar perusahaan yang ditetapkan sebesar 0,5%.</p>	<p>utama <i>reject material preform</i> menurut analisis FMEA. Implementasi rekomendasi ini berlangsung selama satu bulan pada bulan November dan berhasil menurunkan rata-rata <i>preform reject</i> menjadi 0,86%, dengan jumlah <i>reject</i> sebanyak 298.641 pcs dari total produksi 34.599.744 botol selama periode Januari hingga November 2022. Evaluasi akhir setelah pelaksanaan perbaikan menunjukkan penurunan nilai DPMO dari 1961,93 menjadi 1726,26, serta peningkatan tingkat sigma dari 4,38 menjadi 4,42, yang berarti terjadi peningkatan sigma level sebesar 0,04.</p>
--	--	--	---	--

10.	<p>Analisis Pengendalian Kualitas Produk Peci Jenis Overset Yang Cacat Di PD. PANDUAN ILLAHI Dengan Menggunakan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) Dan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)</p>	(Fauzi & Aulawi, 2016)	<p>Jurnal Kalibrasi Sekolah Tinggi Teknologi Garut, ISSN : 2302-7320, Vol. 14, No. 1 2016</p>	<p>Masalah yang dihadapi perusahaan ini adalah produksi yang dilakukan berdasarkan pesanan, dengan permintaan yang banyak datang dari luar kota bahkan luar negeri seperti Arab Saudi, Dubai, Suriah, dan lain-lain, sehingga permintaan untuk jenis peci overset cukup tinggi. Namun, perusahaan masih mengalami kendala dalam proses produksinya karena produk yang dihasilkan masih banyak mengalami cacat akibat berbagai faktor yang menyebabkan penurunan kualitas produk tersebut.</p>	<p><i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) Dan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian yang menggunakan metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA), terdapat beberapa faktor yang menyebabkan produk mengalami cacat, antara lain: cacat rajutan yang dipicu oleh faktor human error, mesin, bahan, dan metode; cacat jahitan yang disebabkan oleh faktor <i>human error</i>, mesin, dan lingkungan; serta cacat selutan yang terkait dengan faktor human error, mesin, dan lingkungan. Jenis cacat yang paling sering terjadi pada produk peci meliputi cacat rajutan dengan nilai RPN sebesar 504, yang disebabkan oleh penurunan konsistensi pekerja akibat kelebihan beban kerja, kerusakan mesin karena kurangnya</p>
-----	---	------------------------	---	---	---	---

					<p>perawatan, kualitas bahan yang kurang baik, serta pemasangan bandul yang terlalu berat sehingga menyebabkan benang poliester berlubang. Cacat jahitan dengan nilai RPN 441 terjadi karena pekerja kurang kompeten menjahit, pencahayaan ruangan yang minim sehingga menurunkan konsentrasi pekerja, serta kerusakan mesin akibat perawatan yang kurang. Sementara itu, cacat penyelutan dengan nilai RPN sebesar 336 disebabkan oleh kelelahan pekerja dan kesalahan saat memasukkan jarum ke celah benang poliester, yang menyebabkan peci kurang mengerut, serta kondisi lingkungan yang kurang pencahayaan. Sebagai upaya</p>
--	--	--	---	--	---

						<p>perbaikan, disarankan untuk membuat alat bantu pada proses perajutan agar pekerja dapat mengingat jumlah putaran rajutan sebanyak 10 kali putaran, serta melakukan pergantian mesin atau perawatan rutin minimal sekali setiap bulan.</p>
--	--	--	--	--	--	--



Berdasarkan tinjauan literatur, terdapat beberapa metode untuk mengontrol kualitas, meliputi *Six Sigma* DMAIC dan FMEA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan kedua metode tersebut agar tercapai pengendalian kualitas yang maksimal. DMAIC terdiri dari lima tahap yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*. Diharapkan penerapan metode ini dapat menghasilkan rekomendasi perbaikan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Pemilihan metode *Six Sigma* - DMAIC dilakukan dengan pertimbangan tersebut dan FMEA dalam penelitian tentang pengendalian kualitas produk *defect* pada proses produksi pencetakan *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama didasarkan pada beberapa alasan yang relevan dengan kondisi dan tujuan perusahaan. Berikut adalah alasan pemilihannya:

- a. Pendekatan komprehensif: PT. Arsindo Mulya Tama dapat memperoleh pendekatan yang komprehensif upaya peningkatan kualitas dilakukan dengan mengintegrasikan metode *Six Sigma* - DMAIC dan FMEA. *Six Sigma* berperan dalam pengendalian proses secara efektif yang sistematis dan berbasis data untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memperbaiki proses. Sementara pada tahap *Improve*, metode DMAIC harus diperkuat dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) digunakan untuk mengenali kemungkinan kegagalan pada produk atau proses baru serta mengevaluasi dampak yang ditimbulkannya, sehingga dapat dikembangkan solusi yang lebih efektif dan efisien untuk meningkatkan kualitas produk. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan perusahaan untuk menemukan dan menangani masalah kualitas dengan lebih baik.
- b. Pengendalian kualitas yang lebih efektif: keduanya berfokus pada pengurangan cacat dan peningkatan kualitas, tetapi dengan cara yang berbeda. Dengan menggabungkan kedua pendekatan ini, PT. Arsindo Mulya Tama dapat memaksimalkan hasil perbaikan, termasuk peningkatan efisiensi proses dan pengelolaan risiko kualitas yang lebih mendalam dan lebih fleksibel.

Tabel berikut menguraikan keunggulan dan kelemahan metode *Six Sigma*-DMAIC serta FMEA dalam studi pengendalian kualitas produk cacat pada proses produksi pencetakan *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama.

Tabel 2. 2 Kelebihan dan Kekurangan Metode Six Sigma – DMAIC dan FMEA

Metode	Kelebihan	Kekurangan
<i>Six Sigma</i>-DMAIC	<i>Six Sigma</i> - DMAIC berperan dalam meningkatkan kualitas <i>inner box</i> melalui identifikasi dan pengurangan risiko kegagalan.	Proses produksi <i>inner box</i> bisa menjadi kompleks dan memakan waktu yang cukup lama dalam penerapan <i>Six Sigma</i> - DMAIC.
	<i>Six Sigma</i> - DMAIC juga dapat menurunkan biaya yang berhubungan dengan kegagalan produk <i>inner box</i> .	Untuk dapat diimplementasikan secara efektif, <i>Six Sigma</i> - DMAIC memerlukan data yang akurat dan lengkap mengenai proses produksi <i>inner box</i> .
	Metode <i>Six Sigma</i> - DMAIC ini dapat meningkatkan produktivitas dengan mengurangi waktu dan biaya yang terkait dengan kegagalan produk <i>inner box</i> .	<i>Six Sigma</i> - DMAIC juga memerlukan tim yang berpengalaman dan pelatihan agar dapat diterapkan dengan baik.
	<i>Six Sigma</i> - DMAIC juga berpartisipasi dalam mengembangkan tim yang fokus pada perbaikan proses dan pengendalian kualitas <i>inner box</i> .	<i>Six Sigma</i> - DMAIC mungkin memerlukan biaya yang cukup besar, terutama jika perusahaan perlu menyewa konsultan atau membeli perangkat lunak khusus..
	<i>Six Sigma</i> - DMAIC mampu meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menghasilkan produk <i>inner box</i> yang memiliki kualitas unggul.	<i>Six Sigma</i> - DMAIC memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi risiko yang tidak terduga atau yang sulit diprediksi dalam proses produksi <i>inner box</i> .

FMEA (<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>)	FMEA berfungsi untuk mengenali potensi kegagalan yang mungkin terjadi selama proses produksi <i>inner box</i> .	Penerapan FMEA bisa menjadi kompleks dan memakan waktu cukup lama, terutama ketika proses produksi <i>inner box</i> memiliki tingkat kerumitan yang tinggi.
	Metode FMEA ini menganalisis dampak dari kegagalan terhadap kualitas <i>inner box</i> dan kepuasan pelanggan.	Untuk dapat diimplementasikan secara efektif, FMEA memerlukan data yang akurat dan lengkap mengenai proses produksi <i>inner box</i> .
	FMEA juga membantu menentukan tindakan perbaikan yang efektif untuk mengurangi risiko kegagalan.	Selain itu, FMEA juga memerlukan tim yang berpengalaman dan berlatih agar dapat diterapkan dengan baik.
	FMEA berkontribusi dalam menurunkan biaya yang berhubungan dengan kegagalan produk <i>inner box</i> .	Penerapan FMEA mungkin memerlukan biaya yang cukup besar, terutama jika perusahaan perlu menyewa konsultan atau membeli perangkat lunak khusus.
	Dengan mengidentifikasi dan mengurangi risiko kegagalan, FMEA dapat meningkatkan kualitas <i>inner box</i> .	Di sisi lain, FMEA memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi risiko yang tidak terduga atau sulit diprediksi dalam proses produksi <i>inner box</i> .

2.2. Landasan Teori

Berikut adalah dasar teori yang dijadikan acuan dalam penelitian Tugas Akhir ini:

2.1.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Dalam perkembangan dunia industri, kualitas mulai mendapatkan perhatian serius dan menjadi aspek penting dalam pengendalian proses produksi. Untuk mempertahankan atau memperluas pasar, perusahaan sangat mengutamakan pengawasan kualitas.

Menurut Ahyari (1985), pengendalian kualitas adalah usaha untuk menjamin bahwa mutu produk perusahaan tetap sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, pengendalian mutu mencakup jumlah serta ciri atau karakteristik yang terdapat pada produk tersebut. Sedangkan menurut Sofyan Assauri (2004), pengendalian kualitas merupakan upaya untuk memastikan bahwa standar atau kebijakan mutu tercermin dengan baik dalam produk akhir. Dengan kata lain, pengendalian mutu bertujuan untuk menjaga agar kualitas dan produk yang dihasilkan selalu sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh keputusan manajemen perusahaan.

Pengendalian kualitas meliputi penentuan ukuran, metode, serta persyaratan fungsional lain dari suatu produk, sekaligus merupakan upaya manajerial untuk meningkatkan kualitas produk, mempertahankan mutu yang sudah ada, dan meminimalkan jumlah bahan cacat. Melalui pengawasan kualitas, perusahaan atau produsen berusaha secara terus-menerus memperbaiki mutu dengan biaya yang efisien, bahkan mencapai kualitas yang konsisten. Selain itu, untuk mengurangi kerugian akibat inspeksi atau kerusakan, pemeriksaan juga harus dilakukan selama proses produksi berlangsung.

2.1.2 Pengertian Peningkatan Kualitas Produk

Menurut Wahyuni, Wiwik, dan Muhammad (2015), “Proses kualitas harus terintegrasi dengan semua bagian produksi di perusahaan. Kualitas tidak dapat berdiri sendiri, karena kualitas barang atau jasa harus didukung oleh proses yang berkualitas dari *input* hingga *output*”. Adapun menurut Prawirosentono (2002), “Ada hubungan antara kualitas barang atau jasa dan tingkat kepuasan pelanggan.

Oleh karena itu, pengendalian kualitas berfungsi sebagai alat untuk mengontrol proses pembuatan barang atau jasa agar memenuhi standar yang direncanakan”.

Sedangkan menurut Ariani (2003), “Pengendalian kualitas adalah proses yang harus dilakukan untuk menjaga kualitas produk dan jasa yang sesuai dengan permintaan pasar”. Ariani (2003) juga menjelaskan bahwa “Pengendalian kualitas selama proses adalah yang paling penting karena produk dapat diperbaiki sebelum menjadi produk jadi”.

Oleh sebab itu, pengendalian kualitas (*quality control*) berfungsi sebagai alat untuk mengawasi proses produksi barang atau jasa agar memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan, sehingga produk yang dihasilkan terhindar dari masalah atau ketidaksesuaian yang dapat langsung memengaruhi kualitas produk tersebut.

2.1.3 Pengertian Pendekatan Metode *Six Sigma* - DMAIC

Six Sigma adalah metode yang menitikberatkan pada peningkatan kualitas dan efisiensi proses dengan cara mengurangi variasi serta jumlah cacat. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Motorola pada tahun 1986 dan sejak itu telah diterapkan oleh berbagai organisasi di seluruh dunia sebagai alat untuk perbaikan berkelanjutan. Tujuan utama *Six Sigma* adalah mencapai standar kualitas yang sangat tinggi, yakni hanya 3,4 cacat per satu juta peluang. Metode ini digunakan untuk mengantisipasi kesalahan atau kegagalan melalui langkah-langkah yang terukur dan sistematis. Selain sebagai alat pengukuran kinerja sistem industri, *Six Sigma* memungkinkan perusahaan melakukan perbaikan signifikan dengan strategi yang efektif. Metode ini juga berfokus pada pengendalian proses industri dengan orientasi pada kepuasan pelanggan dan kemampuan proses yang dimiliki. Semakin tinggi tingkat sigma yang diperoleh, semakin baik pula kinerja sistem industri tersebut. Oleh sebab itu, penting untuk melakukan penelitian yang menganalisis peningkatan kualitas produk cacat dengan tujuan mengidentifikasi penyebab kegagalan dan memberikan rekomendasi yang mendukung daya saing perusahaan terhadap pesaing lainnya (Nailah et al., 2014) .

Masalah dalam proses produksi harus segera dijelaskan untuk menemukan penyebabnya dan melakukan perbaikan kualitas produk dengan mengidentifikasi proses yang efektif dapat dicapai dengan menggunakan metodologi DMAIC dari

Six Sigma, yaitu serangkaian langkah sistematis untuk menyelesaikan masalah. Metode *Six Sigma* memiliki nilai yang tahan lama dan dapat digabungkan dengan metode peningkatan produktivitas lainnya, sehingga tetap relevan dalam persaingan global (Ahmad, 2019).

Berdasarkan data yang ada, metodologi *Six Sigma*, termasuk DMAIC, dapat digunakan untuk melakukan peningkatan berkelanjutan (Sean P.Goffnett, 2004). DMAIC merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan dalam *Six Sigma*, yang terdiri dari lima tahapan utama dalam proses perbaikan, yaitu: *Define* (Menentukan), *Measure* (Mengukur), *Analyze* (Menganalisis), *Improve* (Memperbaiki), dan *Control* (Mengendalikan).

1. *Define*

Tahap *Define* merupakan langkah awal dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*. Untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ingin memecahkan secara spesifik ada dalam tahap ini. Langkah ini juga mengidentifikasi atribut kualitas (CTQ) yang secara langsung berkaitan dengan kebutuhan spesifik pelanggan. Pada tahap ini, ditentukan proporsi cacat yang menjadi penyebab utama kerusakan, yang merupakan sumber dari kegagalan produk. Cara yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi masalah pada standar kualitas yang berkaitan dengan produksi produk yang sudah ditetapkan.
- b. Menetapkan langkah-langkah yang harus diambil berdasarkan hasil temuan dan analisis dari penelitian.
- c. Menetapkan tujuan dan target peningkatan kualitas *Six Sigma* berdasarkan hasil pengamatan.

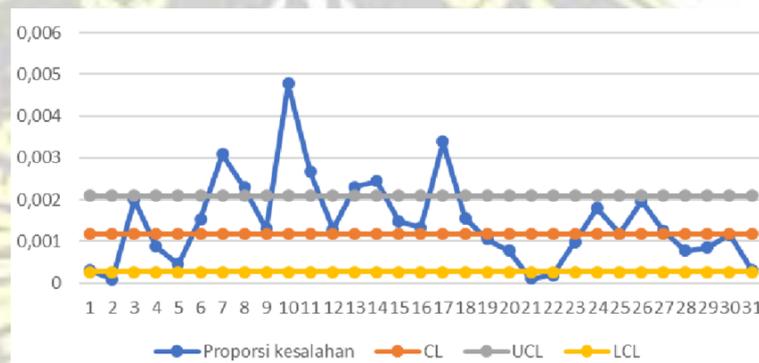
2. *Measure*

Pada tahap ini, masalah yang ada akan diidentifikasi dan diprioritaskan berdasarkan tingkat kepentingannya, dengan menggunakan Bagan Pareto sebagai alat bantu yang umum. Manajemen perlu memahami proses internal perusahaan yang berdampak pada kualitas hasil, yang dikenal dengan istilah *critical to quality* (CTQ). Selanjutnya, kita perlu mengukur penyimpangan

dari standar kualitas yang telah ditetapkan pada CTQ, agar dapat mengidentifikasi cacat atau kegagalan dalam produk maupun proses yang perlu diperbaiki. Secara keseluruhan, tahap pengukuran ini bertujuan untuk memahami CTQ, mengumpulkan informasi yang relevan, serta menetapkan target perbaikan yang jelas. Tahap pengukuran (*measure*) adalah langkah kedua dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*. Proses pengukuran ini dilakukan dengan mengambil sampel selama periode Maret 2024 hingga Februari 2025, sebagai berikut:

a. Analisis diagram control (*P-Chart*)

Diagram kontrol P digunakan untuk mengawasi atribut, yaitu karakteristik barang yang dinilai berdasarkan proporsi kejadian tertentu, seperti produk yang diterima atau ditolak selama proses produksi.



Sumber : (Putri & Sayfudin, 2022)

Gambar 2. 2 Grafik Peta Kendali

Diagram ini dapat disusun dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Pengambilan populasi atau sampel
Populasi atau sampel yang digunakan untuk analisis P Chart adalah total produk yang diproduksi oleh PT. Arsindo Mulya Tama selama periode Maret 2024 hingga Februari 2025.
- 2) Menghitung Rata-rata Ketidaksesuaian Produk
Ketidaksesuaian rata-rata produk adalah rasio jumlah cacat per unit. Ini dapat dihitung dengan membagi jumlah cacat yang terjadi dengan jumlah unit yang diproduksi. Dapat dicari dengan rumus:

$$P = \frac{Np}{N} \quad \dots (1)$$

Keterangan :

P : Rata-rata ketidaksesuaian

Np : Jumlah produk cacat

N : Jumlah sampel

- 3) Menghitung garis tengah atau nilai *mean* (*Center Line/CL*). Rumus mencari nilai *mean*:

$$CL = \rho = \frac{\sum np}{\sum n} \quad \dots (2)$$

Keterangan :

P : Rata-rata proporsi kecacatan

$\sum np$: Jumlah total kecacatan

$\sum n$: Jumlah total sampel

- 4) Menentukan batas pengendalian atas dan bawah dilakukan dengan menetapkan nilai UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) dalam proses pengawasan.

- Menghitung UCL (*Upper Control Limit*)

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

- Menghitung LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = \rho - 3\sqrt{\frac{p(1-\rho)}{n}} \quad \dots (4)$$

Keterangan :

UCL : *Upper Control Limit*

LCL : *Lower Control Limit*

n : Jumlah Produksi

p : Rata-rata Kerusakan Produk

- b. Pada fase ini, nilai DPMO dan tingkat Sigma akan ditentukan. Metode untuk menghitung DPMO dan tingkat Sigma adalah sebagai berikut:

- 1) Defect Per Unit (DPU)

$$DPU = \frac{D}{U} \quad \dots (5)$$

Keterangan :

D : Total Defect

U : Jumlah unit yang diperiksa

2) *Defect Per Opportunities* (DPO)

Sebuah kegagalan yang menggambarkan jumlah cacat atau kesalahan dalam satu peluang yang ada.

$$DPO = \frac{D}{U \times OP} \quad \dots (6)$$

Dimana:

OP (*Opportunities*) = Karakteristik yang berpotensi menjadi cacat

3) DPMO (*Defect For Million Opportunities*)

DPMO menunjukkan perkiraan jumlah cacat yang akan muncul jika terdapat satu juta peluang.

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad \dots (7)$$

4) Perhitungan konversi nilai DPMO ke nilai sigma dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dengan rumus tertentu.

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{DPMO}{1000000} \right) + 1,5 \quad \dots (8)$$

c. Kapabilitas Proses

Kemampuan proses dalam pengendalian mutu merujuk pada kapasitas suatu proses untuk menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Hal ini mencakup pengukuran variabilitas dan konsistensi hasil, serta analisis untuk perbaikan yang berkelanjutan. Suatu proses dianggap memiliki kapabilitas yang baik jika variasi distribusi alami sesuai dengan batas distribusi yang telah ditentukan. Oleh karena itu, jika rasio rentang yang ditentukan terhadap batas kontrol lebih besar dari satu, maka rasio tersebut harus lebih dari 1 (Rimantho & Athiyah, 2018).

$$Cp = \frac{USL - LSL}{UCL - LCL} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad \dots (9)$$

$$Cpk = \min \left(\frac{USL - \text{mean}}{3 \times \sigma}, \frac{\text{mean} - LSL}{3 \times \sigma} \right) \quad \dots (10)$$

USL menunjukkan batas spesifikasi atas yang telah ditetapkan oleh perusahaan, sementara LSL merupakan batas spesifikasi bawah yang juga telah ditetapkan oleh perusahaan. Dalam analisis untuk perbaikan kualitas, nilai Cp dan Cpk umumnya digunakan sebagai acuan dalam menilai kapabilitas proses.

- a. Nilai $C_p = C_{pk}$ menunjukkan bahwa proses berada di tengah rentang spesifikasi.
- b. Nilai $C_p > 1,33$ menandakan kapabilitas proses sangat baik.
- c. Nilai $C_p < 1,00$ menunjukkan bahwa proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi, atau proses tersebut tidak mampu.
- d. Nilai C_{pk} negatif menandakan rata-rata proses berada di luar batas spesifikasi.
- e. Nilai $C_{pk} = 1,0$ berarti variasi proses berada tepat pada salah satu batas spesifikasi.
- f. Nilai $C_{pk} < 1,0$ menunjukkan proses menghasilkan produk di luar spesifikasi.
- g. Nilai $C_{pk} = 0$ menunjukkan nilai rata-rata proses, dan nilai C_{pk} sama dengan 1 menunjukkan posisi proses berada pada batas spesifikasi.

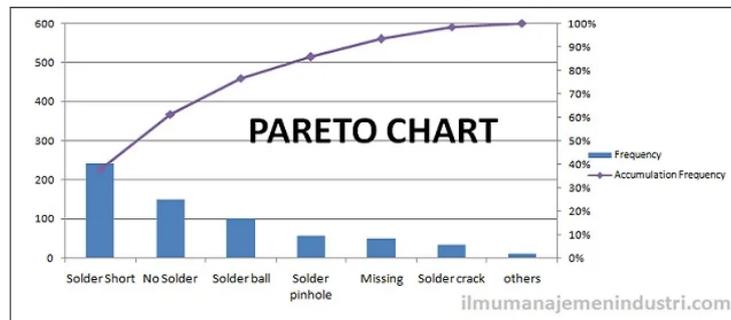
3. *Analyze*

Mengidentifikasi penyebab masalah kualitas dengan menggunakan diagram pareto dan diagram sebab-akibat (*fishbone*).

a. Diagram Pareto

Setelah tahap pengukuran dilakukan dengan menggunakan P-Chart, dapat dilihat apakah ada produk yang berada di luar batas pengendalian atau tidak. Jika ditemukan adanya produk di luar batas tersebut, maka produk tersebut akan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan diagram pareto dan diurutkan berdasarkan tingkat kerusakannya, dimulai dari yang paling banyak hingga yang paling sedikit. Diagram pareto ini berfungsi sebagai panduan untuk fokus

pada permasalahan kerusakan produk yang paling sering terjadi, serta membantu menentukan masalah mana yang akan memberikan dampak terbesar jika segera diatasi.

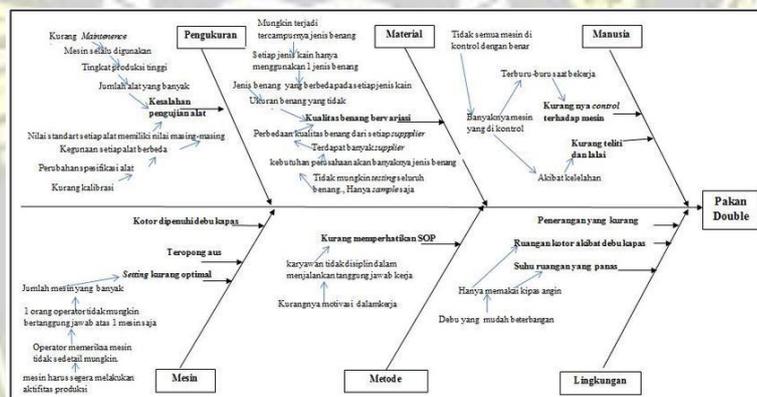


Sumber : (ilmumanajemenindustri.com)

Gambar 2. 3 Diagram Pareto

b. Diagram sebab-akibat (*Fishbone*)

Diagram *fishbone* berfungsi sebagai panduan teknis dalam pelaksanaan proses produksi, dengan tujuan meningkatkan kualitas produk suatu perusahaan sekaligus mengurangi risiko terjadinya kegagalan.



Sumber: (Suryoputro et al., 2017)

Gambar 2. 4 Diagram *Fishbone*

4. *Improve*

Fase ini merupakan tahap peningkatan kualitas dalam metode *Six Sigma*, yang melibatkan pengukuran (dengan mempertimbangkan peluang, kerusakan, serta kapabilitas proses saat ini), evaluasi terhadap perbaikan yang sudah dilakukan, analisis, serta implementasi langkah-langkah perbaikan berikutnya. Fase perbaikan berfokus pada pengembangan dan

pemilihan solusi terbaik guna mencapai hasil dan kinerja yang optimal. Untuk melakukan perbaikan, sangat penting untuk mengumpulkan informasi mengenai proses, lingkungan, komponen, serta respons yang terjadi. Rencana tindakan yang diharapkan dapat berperan dalam mengendalikan proses dan mencegah terulangnya kesalahan di masa depan. Dengan menerapkan metode 5W + 1H, saran-saran perbaikan bisa diberikan untuk meningkatkan efektivitas proses yang ada. Dengan memanfaatkan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan masalah yang potensial (kegagalan).

5. *Control*

Tahap ini merupakan proses peningkatan kualitas yang bertujuan untuk memastikan bahwa tingkat kinerja yang baru tetap terjaga sesuai standar yang ditetapkan. Hasil peningkatan kinerja dicatat dan dibagikan sebagai upaya perbaikan untuk meningkatkan performa proses di masa mendatang.

2.1.4 Pengertian Metode Failure Model Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan metode yang diterapkan untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan suatu proses dengan mengidentifikasi potensi kegagalan, yang disebut juga sebagai “modus kegagalan.” Penilaian terhadap setiap modus kegagalan dilakukan berdasarkan tiga parameter yaitu tingkat keparahan (*severity* - S), peluang terjadinya (*occurrence* - O), dan kemampuan mendeteksi kegagalan (*detectability* - D). Penilaian ini dikenal sebagai *severity rating*, *occurrence rating*, dan *detectability rating*.

1) Pengukuran terhadap nilai *severity*

Tabel 2. 3 *Rating Severity*

<i>Rating</i>	Kriteria
1	Tingkat keparahan yang dapat diabaikan (<i>negligible severity</i>) mengacu pada dampak negatif yang tidak signifikan dan tidak mempengaruhi kualitas produk. Biasanya, cacat ini tidak akan disadari oleh konsumen.
2 3	Tingkat keparahan ringan (<i>mild severity</i>) berarti dampak yang muncul bersifat minor, sehingga konsumen tidak akan merasakan adanya penurunan kualitas produk.
4	<i>Moderate severity</i> (Tingkat keparahan yang sedang). Konsumen akan

5	merasakan adanya penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi yang dapat diterima.
6	
7	Tingkat keparahan sedang (<i>moderate severity</i>) menunjukkan bahwa konsumen akan menyadari penurunan kualitas, tetapi hal tersebut masih dalam batas toleransi yang dapat diterima.
8	
9	Tingkat keparahan potensial (<i>potential severity</i>) menunjukkan dampak yang sangat besar terhadap kualitas produk, sehingga konsumen akan merasa tidak puas.
10	

Sumber: (Anthony, 2018)

2) Pengukuran terhadap nilai *occurrence*

Tabel 2. 4 Rating Occurrence

<i>Degre</i>	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	<i>Rating</i>
<i>Remote</i>	0,001 per 1000 item	1
<i>Low</i>	0,1 per 1000 item	2
	0,5 per 1000 item	3
<i>Moderate</i>	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5
	5 per 1000 item	6
<i>High</i>	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
<i>Very High</i>	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

Sumber: (Anthony, 2018)

3) Pengukuran terhadap nilai *detectability*

Tabel 2. 5 Rating Occurrence

<i>Rating</i>	Kriteria	Berdasarkan frekuensi kejadian
1	Metode pencegahan ini sangat efektif sehingga hampir tidak ada kemungkinan penyebab muncul.	0,001 per 1000 item
2	Kemungkinan terjadinya penyebab sangat kecil.	0,1 per 1000 item
3		0,5 per 1000 item
4	Peluang munculnya penyebab bersifat sedang, di mana metode pencegahan terkadang gagal mencegahnya.	1 per 1000 item
5		2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	Peluang terjadinya penyebab masih cukup besar karena metode pencegahan kurang efektif,	10 per 1000 item
8		20 per 1000 item

	sehingga penyebab tersebut dapat terjadi kembali.	
9	Peluang terjadinya penyebab sangat tinggi dan	50 per 1000 item
10	metode pencegahan sama sekali tidak efektif.	100 per 1000 item

Sumber: (Anthony, 2018)

Kemudian parameter ini digabungkan untuk menghitung signifikan kekeritisan dari setiap modus kegagalan. Angka Prioritas Resiko atau RPN adalah jumlah dari tiga parameter tersebut. Saat ini FMEA sangat populer di berbagai industri, termasuk sektor kesehatan. FMEA juga dapat diterapkan untuk menganalisis sistem, prosedur, desain produk, proses perakitan, layanan jasa, serta fungsi perangkat lunak (Alijoyo et al., 2020). Setelah mengukur nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*, tahap berikutnya adalah menghitung nilai RPN. Secara matematis, hubungan antara parameter-parameter tersebut dengan RPN dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurance} \times \text{Detection} \dots (11)$$

2.3. Hipotesa dan Kerangka Teoritis

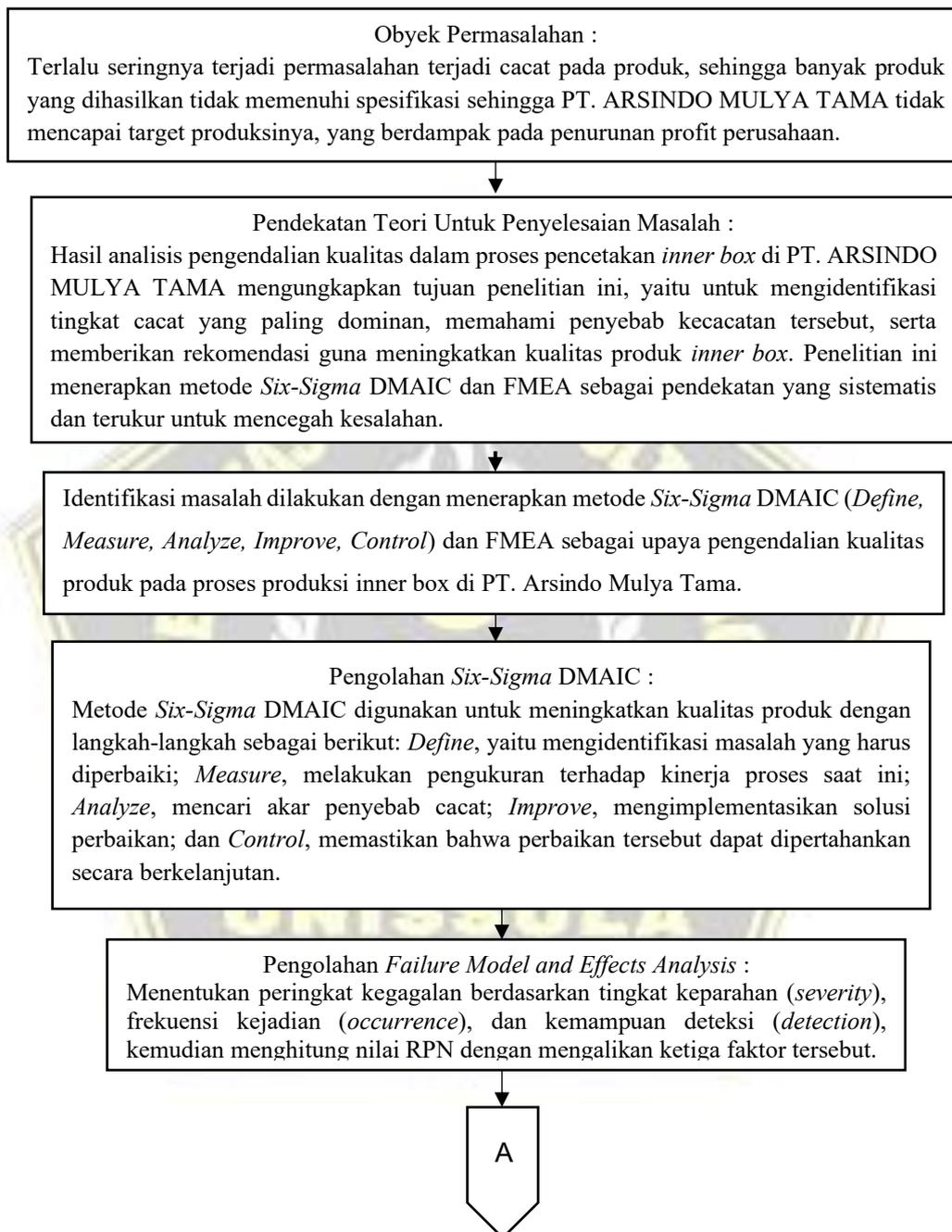
Berikut ini merupakan hipotesis dan kerangka teori yang akan digunakan dalam penelitian ini.

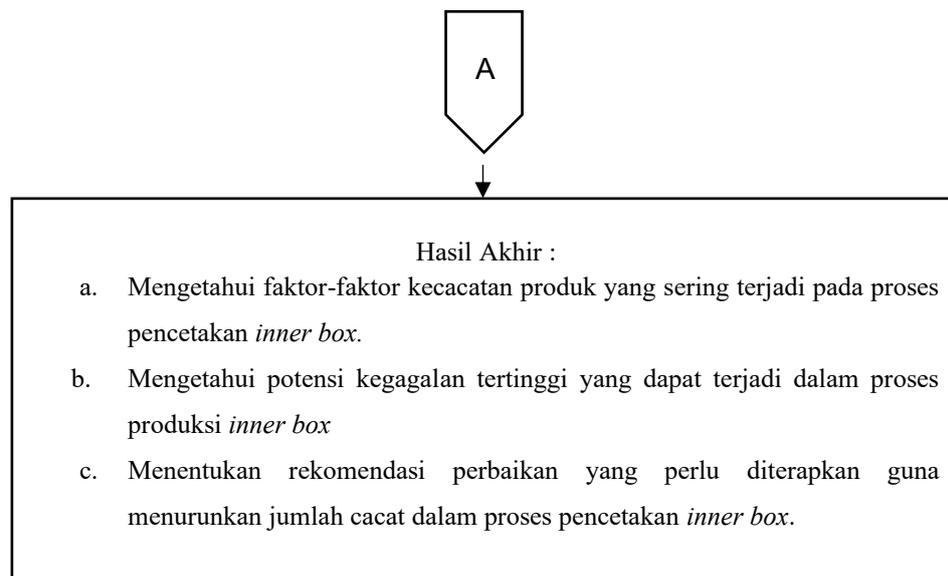
2.3.1. Hipotesa

Pengendalian kualitas produk akan berdampak pada suatu perusahaan di masa depan. Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sering terjadinya masalah berupa produk cacat, di mana banyak produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi dan harapan pelanggan. Dalam penelitian ini penulis melihat bagaimana perusahaan tentang kualitas produk mereka dimana masih ada masalah dan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil produksi *inner box* dengan mengidentifikasi tingkat kecacatan yang dominan, menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan dianalisis untuk merumuskan usulan perbaikan demi meningkatkan kualitas produk *inner box*. Analisis pengendalian kualitas produk menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC dan FMEA dipandang mampu mengatasi permasalahan yang dialami oleh PT. ARSINDO MULYA TAMA.

2.3.2. Kerangka Teoritis

Berikut ini adalah kerangka teori yang digunakan dalam penelitian ini, yang dapat dilihat pada bagian berikut:





Gambar 2. 5 Kerangka Teoritis



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Obyek Penelitian

PT. Arsindo Mulya Tama berdiri pada tahun 2015 merupakan perusahaan yang bergerak di bidang *printing* dan *general supplier*. Memfokuskan bisnis pada pengadaan barang dan menyediakan segala jenis cetakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik, hotel, perkantoran dan kebutuhan publik lainnya. pasar dan kualitas produk yang disukai maka pada tahun 2019 pendiri perusahaan mendirikan PT. ARSINDO MULYA TAMA di Cepiring, Kendal, Jawa Tengah Indonesia. Pemilihan *inner box* sebagai objek penelitian skripsi ini didasari oleh fakta bahwa produk *inner box* sering kali mengalami tingkat kecacatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk cetakan lainnya, seperti cacat cetakan sobek pada kertas, noda kertas, kelebihan lem, dan kualitas bahan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi penyebab utama dan mencari solusi yang dapat meningkatkan kualitas produksi serta mengurangi tingkat kerugian yang disebabkan oleh kecacatan produk *inner box*.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengatasi permasalahan dalam penelitian ini, langkah pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Observasi

Tahap observasi merupakan proses pengumpulan data dengan cara melakukan kunjungan dan pengamatan langsung. Observasi ini dilakukan secara teliti untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai kondisi di PT. ARSINDO MULYA TAMA.

b. Wawancara

Wawancara merupakan tahap pengumpulan data yang dilakukan dengan tanya jawab secara langsung kepada pihak bagian pengendalian kualitas di PT. ARSINDO MULYA TAMA. Wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan terhadap segala permasalahan-permasalahan yang

mengalami dan sejauh mana solusi yang telah diterapkan oleh perusahaan untuk mengatasi masalah tersebut.

c. Studi Literatur

Pada tahap ini, peneliti mengacu pada kajian literatur untuk memperoleh informasi yang relevan dengan masalah yang dibahas. Melalui studi literatur tersebut, peneliti mengumpulkan semua data yang dibutuhkan untuk pelaksanaan penelitian.

d. Dokumentasi

Untuk mengumpulkan data, dokumentasi digunakan untuk mempelajari dan mengutip catatan dan arsip dari data tertulis. Ini dilakukan dengan berbicara dengan pihak yang relevan, seperti pihak perusahaan.

3.3. Pengolahan Data

Berikut ini adalah proses pengolahan data untuk menganalisis penyebab cacat produk menggunakan metode DMAIC dari *Six Sigma* yang diterapkan dalam penelitian ini:

Berdasarkan data yang ada, metodologi *Six Sigma*, termasuk DMAIC, dapat digunakan untuk melakukan peningkatan berkelanjutan. Salah satu metode yang paling sering diterapkan dalam *Six Sigma* adalah DMAIC, yang merupakan singkatan dari lima langkah yang harus dilalui dalam proses perbaikan: *Define* (Tentukan), *Measure* (Ukur), *Analyze* (Analisis), *Improve* (Perbaiki), dan *Control* (Kontrol).

a. *Define*

Tahap *Define* merupakan langkah pertama dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan merencanakan masalah secara spesifik yang akan diselesaikan. Pada tahap ini, proporsi cacat yang menjadi penyebab kerusakan utama dan sumber kegagalan produk yang ditentukan. Metode yang digunakan meliputi:

- 1) Menemukan masalah standar kualitas yang terkait dengan produksi produk yang telah ditentukan.
- 2) Menetapkan langkah-langkah yang perlu dilakukan berdasarkan hasil

temuan dan analisis penelitian.

- 3) Menentukan tujuan dan target peningkatan kualitas *Six Sigma* berdasarkan hasil observasi.

b. *Measure*

Pada tahap ini, permasalahan yang ada akan diidentifikasi dan diprioritaskan berdasarkan tingkat urgensinya, dengan memanfaatkan Diagram Pareto sebagai alat bantu yang umum digunakan. Proses ini dilakukan melalui beberapa langkah dengan pengambilan sampel di perusahaan selama masa penelitian sebagai berikut:

1) Analisis diagram control (*P-Chart*)

Bagan kendali mengukur persentase cacat maksimum berdasarkan presentase kejadian yang diterima atau ditolak selama proses produksi *inner box*. Diagram kontrol P digunakan untuk atribut yaitu pada sifat barang yang didasarkan pada proporsi jumlah kejadian, seperti diterima atau ditolak selama proses produksi. Diagram ini dapat disusun dengan langkah sebagai berikut:

a. Pengambilan populasi atau sampel

Pengambilan populasi atau untuk analisis sampel P Chart mencakup seluruh produk yang diproduksi oleh PT. Arsindo Mulya Tama periode Maret 2024 - Februari 2025.

b. Menghitung rata-rata ketidaksesuaian produk

Rata-rata ketidaksesuaian produk merupakan perbandingan antara jumlah cacat dengan jumlah unit yang diproduksi. Nilai ini dihitung dengan membagi total cacat yang terjadi oleh total unit produksi, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{Np}{N} \quad \dots (12)$$

Keterangan :

P : Rata-rata ketidaksesuaian

Np : Jumlah produk cacat

N : Jumlah sampel

- c. Menghitung garis tengah atau nilai rata-rata (Garis Tengah/CL).
Berikut adalah rumus untuk menentukan nilai rata-rata:

$$CL = \rho = \frac{\sum np}{\sum n} \quad \dots (13)$$

Keterangan :

P : Rata-rata proporsi kecacatan

$\sum np$: Jumlah total kecacatan

$\sum n$: Jumlah total sampel

- d. Menetapkan batas kendali atas dan bawah untuk pengawasan dengan cara menentukan nilai UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*).

- Menghitung UCL (*Upper Control Limit*)

$$UCL = \rho + 3\sqrt{\frac{p(1-\rho)}{n}} \quad \dots (14)$$

- Menghitung LCL (*Lower Control Limit*)

$$LCL = \rho - 3\sqrt{\frac{p(1-\rho)}{n}} \quad \dots (15)$$

Keterangan :

UCL : *Upper Control Limit*

LCL : *Lower Control Limit*

n : Jumlah Produksi

p : Rata-rata Kerusakan Produk

- 2) Pada tahap ini, dilakukan penentuan nilai DPMO serta tingkat Sigma. Cara perhitungan DPMO dan tingkat Sigma adalah sebagai berikut:

- a. *Defect Per Opportunities* (DPO)

Suatu jenis kegagalan yang menggambarkan jumlah cacat atau kesalahan yang terjadi dalam setiap kesempatan.

$$DPO = \frac{D}{U \times OP} \quad \dots (16)$$

Dimana:

OP (*Opportunities*) = Karakteristik yang berpotensi menjadi cacat

- b. DPMO (*Defect For Million Opportunitas*)

DPMO menunjukkan jumlah kerusakan yang diperkirakan terjadi

dari setiap satu juta kesempatan.

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad \dots (17)$$

- c. Perhitungan konversi dari nilai DPMO ke nilai sigma dilakukan menggunakan rumus di *Microsoft Excel*.

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{\text{DPMO}}{1000000} \right) + 1,5 \quad \dots (18)$$

- c. *Analyze*

Mengenali faktor-faktor penyebab masalah kualitas melalui penggunaan diagram pareto dan diagram sebab-akibat (*fishbone*).

- 1) Diagram sebab-akibat (*Fishbone*)

Diagram *fishbone* digunakan sebagai pedoman teknis fungsi operasional proses produksi guna memaksimalkan nilai keberhasilan tingkat kualitas produk suatu perusahaan sekaligus meminimalkan resiko kegagalan.

- d. *Improve*

Tahap ini adalah bagian dari peningkatan kualitas *Six Sigma* yang melibatkan pengukuran (dengan perhitungan peluang, kerusakan, dan kapasitas proses saat ini), evaluasi hasil perbaikan, analisis, serta pelaksanaan langkah-langkah perbaikan berikutnya. Untuk melakukan perbaikan, sangat penting untuk mengumpulkan informasi mengenai proses, lingkungan, komponen, serta respons yang terjadi. Dengan menerapkan metode 5W + 1H, saran-saran perbaikan bisa diberikan untuk meningkatkan efektivitas proses yang ada. Dengan memanfaatkan metode FMEA untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan masalah yang potensial (kegagalan).

- d. *Control*

Tahap ini merupakan fase peningkatan kualitas yang bertujuan untuk menjaga kinerja agar baru tetap konsisten sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Skor peningkatan didokumentasikan dan disebarluaskan sebagai langkah perbaikan untuk meningkatkan kinerja proses selanjutnya.

3.4. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan verifikatif dengan pendekatan kuantitatif guna mengetahui keterkaitan spesifikasi antar variabel yang diteliti. Hasil dari metode tersebut diharapkan memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai objek penelitian.

Berikut metode penelitian yang dilaksanakan :

a. Identifikasi masalah dan perumusan masalah

Masalah ditentukan untuk mengetahui kondisi aktual di lapangan. Proses ini dilakukan dengan melihat obyek penelitian secara langsung. Mengidentifikasi masalah memungkinkan pengumpulan banyak data. Masalah yang akan digunakan dalam proses pembuatan perumusan masalah, yang menetapkan tujuan penelitian dengan memilih topik serta merumuskan permasalahan yang akan dikaji, disesuaikan dengan kondisi yang terjadi di PT. Arsindo Mulya.

b. Penetapan tujuan penelitian

Setelah menetapkan tujuan penelitian, fokus dan arah penelitian menjadi lebih jelas. Tujuan tersebut ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Analisis permasalahan pada perusahaan - Analisis saran perbaikan - Analisis hasil Kesimpulan dan Saran kemudian diperbaiki.

c. Studi literatur

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sumber-sumber literatur sebelumnya, seperti laporan tugas akhir, jurnal, serta buku dan media internet yang membahas pengendalian kualitas. Pendekatan Six Sigma dipilih sebagai metode efektif untuk mengurangi cacat produksi sekaligus membantu perusahaan dalam mengenali dan mengatasi masalah secara proaktif.

d. Studi lapangan

Studi dilakukan guna mengumpulkan data dan informasi secara langsung dari lokasi penelitian.

3.5. Pembahasan

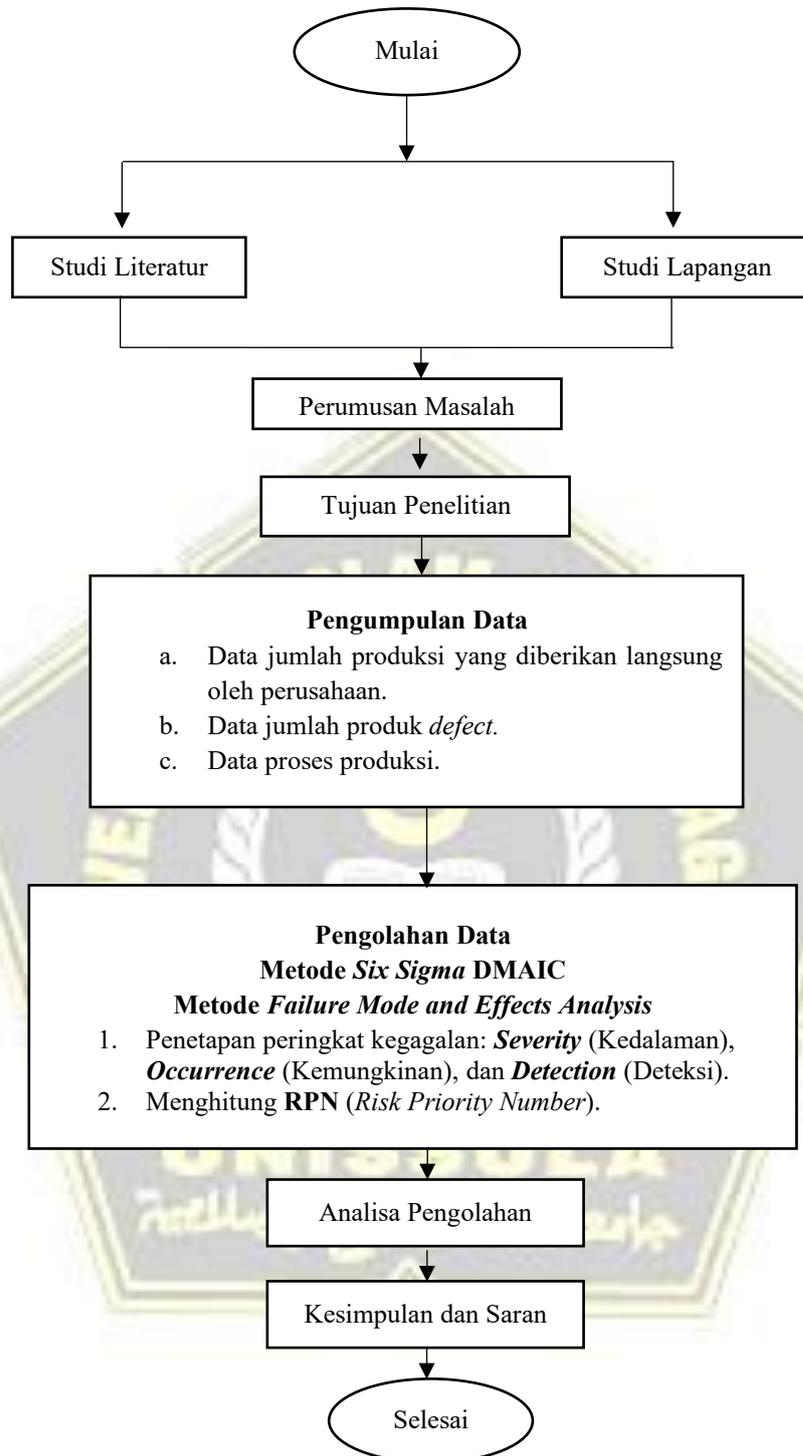
Setelah menganalisis data, langkah selanjutnya adalah membahas hasil analisis, yang meliputi data realisasi produksi, pengendalian kualitas, dan upaya mengurangi cacat produk *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama. Peneliti akan fokus pada pengendalian kualitas untuk mengurangi cacat produk dengan menerapkan metode *Six Sigma* - DMAIC dan FMEA, serta memberikan usulan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H. Pembahasan ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif sebagai dasar untuk menyusun kesimpulan dan rekomendasi yang akan disampaikan kepada perusahaan sebagai bahan pertimbangan.

3.6. Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan ini merupakan rangkuman dari hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan. Pada tahap ini, peneliti menyimpulkan bahwa berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, terdapat beberapa poin penting sebagai hasil akhir penelitian, yang juga disertai dengan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas produk dalam proses produksi *inner box*. Tahap penutupan penelitian ini mencakup kesimpulan menyeluruh dari seluruh hasil yang diperoleh melalui tahapan penelitian. Kesimpulan yang dibuat menjadi jawaban atas permasalahan yang dihadapi, sekaligus memberikan saran konstruktif untuk mengurangi cacat produk serta meningkatkan kualitas produk *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan topik ini.

3.7. Diagram Alir

Diagram alir penelitian dibuat sebagai panduan yang menggambarkan tahapan-tahapan yang akan dilalui selama proses penelitian, mulai dari tahap awal hingga penyelesaian. Proses yang dilalui untuk mencapai hasil akhir digambarkan dalam bentuk *flowchart*. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada gambar diagram alir penelitian berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Arsindo Mulya Tama didirikan pada tahun 2015 dan beroperasi di bidang percetakan serta penyedia umum. Perusahaan ini terletak di Jalan Raya Soekarno-Hatta No.7, Cepiring, Kendal, Jawa Tengah. Perusahaan ini berfokus pada pengadaan barang dan penyediaan berbagai jenis cetakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik, hotel, perkantoran, dan publik lainnya. Pada awal berdirinya, perusahaan hanya menerima pesanan cetakan skala kecil seperti undangan dan kalender, dan masih dalam tahap pengembangan di Kemayoran Jakarta dengan peralatan yang belum lengkap.

Sejak tahun 2015, perusahaan telah berkontribusi dalam industri percetakan *box* dan *inner box* dengan berbagai merek di Indonesia. Selama 9 tahun terakhir, PT. Arsindo Mulya Tama merupakan salah satu produsen *box* yang konsisten dalam menjaga kualitas, desain, dan ukuran yang inovatif. Seiring dengan peningkatan permintaan pasar dan tingginya minat terhadap produk yang dihasilkan, pada tahun 2019, pemimpin perusahaan memutuskan untuk memindahkan lokasi produksi ke Cepiring, Kendal, Jawa Tengah.

Produksi pertama perusahaan adalah *inner box* Kenda, sebuah perusahaan *sparepart* sepeda. Pada tahun tersebut, wabah COVID-19 menyebabkan tren bersepeda meningkat, sehingga permintaan untuk *inner box* produk *sparepart* Kenda juga melonjak. Produk *inner box* yang berkualitas dan harga yang terjangkau mendapatkan sambutan luar biasa dari konsumen, terutama dari perusahaan Kenda, yang ditandai dengan peningkatan permintaan yang signifikan.

Besarnya permintaan terhadap produk *inner box* Kenda memacu perusahaan untuk terus berinovasi dengan meningkatkan kualitas produksi dan menambahkan variasi produk *inner box*, seperti *inner box* GS Battery, *inner box* sereal Oriflakes, *inner box* sarung Wadimor, *inner box* UMKM, dan lain sebagainya. Peningkatan kualitas ini didukung oleh pengendalian mutu yang ketat, yang mencakup

pemilihan bahan baku, proses pemotongan kertas, pencetakan, pengeleman, hingga pengemasan *inner box*.

Pengendalian kualitas merupakan usaha yang dilakukan untuk menjaga standar kualitas produk yang dihasilkan agar tetap terjaga, dengan tujuan utama meningkatkan keuntungan perusahaan. Melalui pengendalian kualitas, diharapkan kepuasan pelanggan PT. Arsindo Mulya Tama dapat meningkat. Saat ini, PT. Arsindo Mulya Tama telah berkembang dan memiliki sekitar 250 karyawan. Salah satu alasan utama pendirian perusahaan ini adalah untuk menyediakan berbagai jenis cetakan sesuai dengan kebutuhan konsumen, terutama permintaan *box* dari pabrik untuk melindungi produk dari kerusakan yang semakin meningkat. Dalam proses produksinya, PT. Arsindo Mulya Tama menerapkan sistem MTO (*Make To Order*), yang berarti perusahaan hanya memproduksi barang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen setelah menerima konfirmasi pesanan

4.1.1 Pengumpulan Data

PT. Arsindo Mulya Tama merupakan perusahaan berbentuk perseroan terbatas (PT) yang bergerak di bidang percetakan dan menyediakan jasa umum. Perusahaan ini berfokus pada pengadaan barang dan penyediaan berbagai jenis cetakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik, hotel, perkantoran, dan masyarakat umum di Kabupaten Kendal, yang menjadi lokasi pengumpulan data untuk penelitian ini. Perusahaan ini terletak di Jalan Raya Soekarno-Hatta No.7, Cepiring, Kendal, Jawa Tengah. Data yang diperoleh merupakan hasil observasi di PT. Arsindo Mulya Tama yang dilakukan oleh peneliti selama 12 bulan, yaitu dari Maret 2024 hingga Februari 2025.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama periode 2024 - 2025 pada proses produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama, tabel 4.1 berikut menyajikan data produksi serta data cacat *inner box* selama 12 bulan, mulai Maret 2024 hingga Februari 2025.

Tabel 4. 1 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Cacat *Inner Box* PT. Arsindo Mulya Tama Tahun 2024 - 2025

No.	Periode	Jumlah Produksi (Pcs)	Jenis Defect (Pcs)			Jumlah Produk Defect (Pcs)	Presentase Defect (%)
			Sobek Kertas (Pcs)	Noda Kertas (Pcs)	Kelebihan Lem (Pcs)		
1.	Maret 24	80.200	555	348	780	1.683	2,09 %
2.	April 24	78.900	830	440	320	1.590	2,02 %
3.	Mei 24	75.000	770	560	438	1.768	2,40 %
4.	Juni 24	78.500	550	981	770	2.301	2,93 %
5.	Juli 24	76.500	765	789	840	2.394	3,13 %
6.	Agustus 24	79.500	947	676	800	2.423	3,05 %
7.	September 24	81.500	985	876	915	2.776	3,41 %
8.	Oktober 24	65.700	897	798	823	2.518	3,83 %
9.	November 24	71.500	789	777	761	2.327	3,25 %
10.	Desember 24	78.000	990	849	698	2.537	3,25 %
11.	Januari 25	74.300	896	945	763	2.604	3,50 %
12.	Februari 25	76.600	880	989	888	2.757	3,60 %
Total		916.200	9.854	9.028	8.796	27.678	36,46 %
Rata -Rata		76.350	821,2	752,3	733	2.306,5	3,04%

(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)

Berdasarkan tabel 4.1, terlihat bahwa produk cacat masih menunjukkan peningkatan. Terdapat tiga jenis cacat yang dihasilkan dalam proses produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama, yaitu sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem. Dari total produksi sebanyak 916.200 pcs selama 12 bulan, terdapat 27.678 pcs barang cacat, yang menghasilkan rata-rata persentase cacat sebesar 3,04% dari total produk yang diproduksi. Untuk kategori cacat sobek kertas, jumlah terendah tercatat sebanyak 550 pcs pada bulan Juni 2024, sedangkan jumlah tertinggi mencapai 990 pcs pada bulan Desember 2024, dengan total cacat sobek kertas sebesar 9.854 pcs. Kategori cacat noda kertas menunjukkan jumlah terendah sebanyak 348 pcs pada bulan Maret 2024 dan jumlah tertinggi 989 pcs pada bulan Februari 2025, dengan total cacat noda kertas sebesar 9.028 pcs. Sementara itu, kategori cacat kelebihan lem mencatat jumlah terendah 320 pcs pada bulan April

2024 dan jumlah tertinggi 915 pcs pada bulan September 2024, dengan total cacat kelebihan lem sebesar 8.796 pcs. Presentase cacat tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2024, yaitu sebesar 3,83%.

4.1.2 Data Jenis Cacat

Berikut adalah penjelasan mengenai berbagai jenis cacat yang ada pada produk *inner box*, dan gambar 4.15 hingga gambar 4.17. Pada sub bab ini, akan dibahas berbagai jenis cacat yang sering terjadi dalam proses produksi *inner box*, yang dapat mempengaruhi kualitas dan kepuasan pelanggan. Identifikasi jenis cacat ini sangat penting untuk memahami akar permasalahan dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang efektif.

- a) Kecacatan sobek kertas disebabkan oleh masalah pada potongan kertas, seperti hasil cetakan yang tidak solid, cetakan yang miring dan tidak sesuai dengan standar perusahaan serta harapan konsumen. Pemotongan yang tidak optimal, seperti penggunaan pisau pemotong yang tumpul atau pengaturan mesin yang kurang tepat, dapat menyebabkan tekanan yang tidak merata pada kertas, sehingga meningkatkan risiko terjadinya sobekan. Proses pencetakan juga memiliki peran yang signifikan. Tekanan yang berlebihan pada mesin cetak dapat merusak struktur kertas, sementara tinta yang terlalu basah dapat membuat kertas menjadi lebih rentan. Selain itu, teknik pelipatan dan pemasangan yang tidak tepat, seperti pelipatan yang terlalu tajam atau penggunaan lem yang berlebihan, dapat menyebabkan kertas sobek saat produk dicetak.



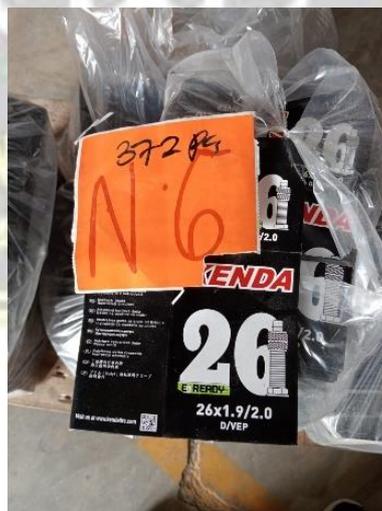
Gambar 4. 1 Sobek Kertas

- b) Noda Kertas diakibatkan timbulnya bercak bintik-bintik pada gambar yang menimbulkan warna melebihi batas minimal dan maksimal sehingga tidak sesuai dengan standar perusahaan dan keinginan konsumen. Kecacatan produk berupa noda tinta pada kertas dalam proses pencetakan *inner box* disebabkan oleh beberapa faktor. Kualitas tinta yang buruk, misalnya tinta yang terlalu cair atau tidak sesuai spesifikasi, dapat mengakibatkan distribusi tinta yang tidak merata. Selain itu, kondisi mesin cetak yang tidak optimal, seperti tekanan berlebihan atau pengaturan yang kurang tepat, juga berkontribusi pada timbulnya noda. Kualitas kertas yang tidak rata atau memiliki permukaan yang tidak sesuai dapat menyebabkan tinta diserap secara tidak merata. Penggunaan tinta yang tidak cocok dan pengaturan mesin yang tidak tepat, seperti kecepatan cetak yang terlalu tinggi, dapat menyebabkan masalah ini. Terakhir, proses pengeringan yang tidak memadai dapat membuat tinta tetap basah lebih lama, meningkatkan risiko noda saat kertas ditangani.



Gambar 4. 2 Noda Kertas

- c) Kecacatan produk berupa kelebihan lem di kertas dalam proses produksi pencetakan *inner box* disebabkan oleh beberapa faktor yang saling terkait. Penggunaan lem yang berlebihan saat pemasangan, pengaturan mesin yang tidak tepat, seperti tekanan yang terlalu tinggi, serta kualitas lem yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko kelebihan lem. Selain itu, teknik pelipatan dan pemasangan yang kurang rapi juga dapat menyebabkan lem tidak terdistribusi dengan baik, sehingga menambah kemungkinan terjadinya kecacatan ini.



Gambar 4. 3 Kelebihan Lem

4.1.3 Proses Produksi

Pada dasarnya, *inner box* adalah kotak kemasan yang dirancang dari karton untuk melindungi produk. Di PT. Arsindo Mulya Tama, pembuatan *inner box* dilakukan melalui beberapa tahapan yang harus dilalui. Berikut adalah tahapan proses produksi beserta penjelasannya.

a) *Preparation* (Persiapan)

Di divisi ini, semua bahan yang diperlukan disiapkan, seperti kertas yang dipotong menggunakan mesin potong sesuai kebutuhan, serta cat warna yang akan digunakan dalam proses pencetakan dengan mesin SM 72. Terdapat beberapa jenis kertas yang digunakan yaitu kertas *ivory*, kertas *duplex coated*, kertas *art carton*, kertas *kraft*, kertas *hvo* dan beberapa jenis kertas lainnya. Penggunaan kertas ini berbeda beda tujuannya. Bahan baku kertas dan cat yang dipilih harus mempunyai COA (*Certificate of Analysis*) yaitu dokumen yang diterbitkan oleh fasilitas kendali mutu atau pengujian. Tujuannya adalah untuk memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Selain itu, divisi ini juga memproduksi komponen kecil seperti penyambung antar bagian.



Gambar 4. 4 Bahan Baku Kertas



Gambar 4. 5 Bahan Baku Cat

b) Pra Cetak

Divisi Pra Cetak adalah langkah awal dalam pembuatan *inner box*. Di sini, konsumen mengirimkan desain produk yang akan dicetak untuk setiap pesanan, dan setiap order diperiksa dengan cermat sebelum diproses agar hasil pra cetak sesuai dengan permintaan. Setelah desain pra cetak selesai, plat akan disiapkan untuk proses pemotongan kertas, yang kemudian dicetak sesuai dengan tipe atau spesifikasi produk *inner box* yang dipesan.



Gambar 4. 6 Proses Pra Cetak

c) Pencetakan

Setelah tahap pra cetak, proses pencetakan dilakukan. Sebelum produk dicetak, bahan baku kertas harus dipotong terlebih dahulu menggunakan mesin potong. Perusahaan dilengkapi dengan mesin cetak berwarna empat yang terkenal di industri percetakan, sehingga kualitas yang dihasilkan sangat baik. Selain itu, operator cetak yang berpengalaman juga berperan penting dalam proses ini. Pencetakan dilakukan menggunakan dua mesin, yaitu *Heidelberg GTO 52* dan *Heidelberg Speedmaster 72 v 4 colors*. Bagian ini memiliki tanggung jawab untuk mencetak produk sebelum dilanjutkan ke tahap pemotongan dan pengeleman, sesuai dengan desain pra-cetak yang diinginkan oleh pelanggan.



Gambar 4. 7 Proses Pencetakan

d) Pond (*Cutting*)

Divisi Pond (*Cutting*) bertugas untuk membuat format kemasan untuk produk tertentu. Sebuah *packing box* memerlukan pola potong yang dirancang untuk mempercantik kemasan sesuai keinginan konsumen dan membantu mengatasi masalah dalam proses pengemasan. Dengan menggunakan mesin *pond*, proses pemotongan pola tertentu dapat dilakukan dengan cepat dan berkualitas tinggi, didukung oleh operator yang berpengalaman. Mesin *pond* juga dapat digunakan untuk membuat pisau potong dengan desain yang sesuai, dan dapat mengerjakan berbagai ukuran berdasarkan model dan bentuk yang diinginkan. Mesin ini berfungsi untuk

pemotongan yang lebih detail dan spesifik, serta perforasi, sehingga produk yang dihasilkan terlihat lebih berkualitas.



Gambar 4. 8 Proses *Pond*

e) *Finishing*

Divisi *finishing* adalah tahap akhir dalam pembuatan *inner box*. Di sini, semua sisi *inner box* menjalani proses pengeleman dan pengecekan warna untuk memastikan tidak ada warna yang tidak sesuai. Proses *finishing* mencakup pengeleman, penjilidan, spiral, jepit kancing, dan pengemasan. Di divisi ini juga dilakukan *trimming* untuk memastikan kerapihan *inner box*.



Gambar 4. 9 Proses *Finishing*

f) *Quality Control (Inspection)*

Dalam proses produksi *inner box*, baik inspeksi maupun pengendalian kualitas memiliki peran yang sangat penting. Inspeksi

berfungsi sebagai langkah awal untuk mendeteksi cacat, sedangkan pengendalian kualitas memastikan seluruh tahapan produksi berjalan lancar dan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan. Dengan menerapkan kedua konsep ini secara efektif, perusahaan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan mengurangi biaya terkait produk cacat. *Inspection* adalah proses pengecekan akhir sebelum pesanan dikirim ke konsumen. Pengecekan ini meliputi pemeriksaan fisik, seperti memastikan lem pada *inner box* tidak mengelupas, serta pengecekan ulang terhadap warna dan kesesuaian *barcode*. Jika dalam inspeksi ditemukan masalah atau kekurangan, produk akan dikembalikan ke tahap *finishing* untuk perbaikan.



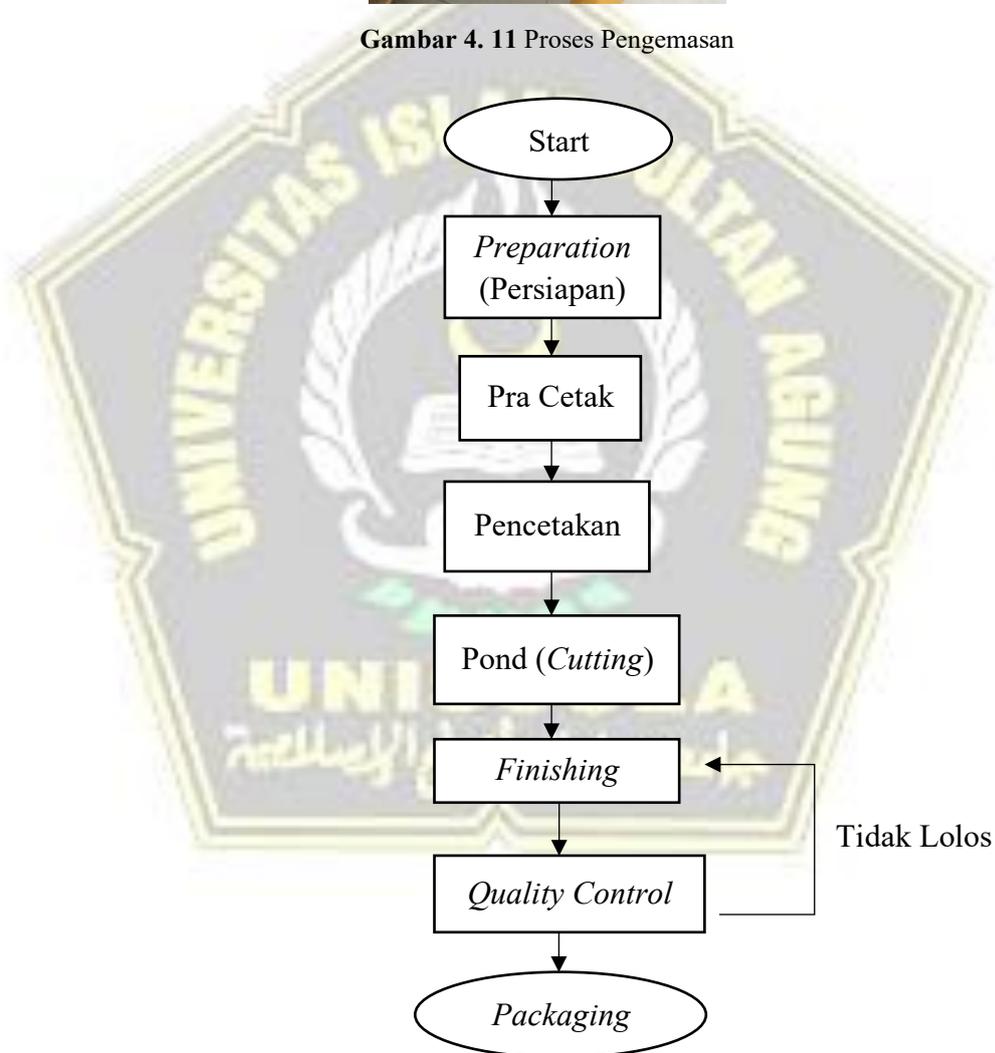
Gambar 4. 10 *Quality Control*

g) *Packing* (Pengemasan)

Proses pengemasan dalam pencetakan *inner box* tidak hanya berfungsi untuk melindungi produk, tetapi juga berperan penting dalam branding dan pemasaran. Kemasan yang baik dapat meningkatkan daya tarik produk di pasar dan memberikan pengalaman positif bagi pelanggan. Oleh karena itu, setiap langkah dalam proses pengemasan harus dilakukan dengan cermat dan profesional untuk menjamin kualitas dan kepuasan pelanggan.



Gambar 4. 11 Proses Pengemasan



Gambar 4. 12 Alur Produksi

4.1.4 Gambaran Produk

Berikut merupakan gambaran produk *inner box* yang dihasilkan oleh PT. Arsindo Mulya Tama:

- a) *Inner Box* Kenda tipe 20x1.75/2.125 ban dalam sepeda

Produk *inner box* kenda warna hitam untuk ban dalam sepeda dengan tipe 20x1.75/2.125 ini adalah salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Arsindo Mulya Tama dengan melewati proses cetak menggunakan mesin SM 72. Sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan membuat konsumen merasa puas terhadap produk *inner box* yang dihasilkan. Berikut ini merupakan tabel mengenai spesifikasi *inner box* kenda tipe 20x1.75/2.125 :

Tabel 4. 2 Spesifikasi *Inner Box* Kenda Tipe 20x1.75/2.125

Nomer Model	20 inces 406 451
Ukuran	20x1.75-2.125
Penggunaan	Sepeda jalan
Jenis	Tabung
Warna Box	Hitam
Tipe Katup	Katup Schrader

(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)



(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)

Gambar 4. 13 *Inner Box* Kenda Tipe 20x1.75/2.125

b) *Inner Box* Kenda tipe k488 ban dalam sepeda

Produk *inner box* kenda warna merah untuk ban dalam sepeda dengan tipe k488 ini adalah salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Arsindo Mulya Tama. Untuk *inner box* ban dalam kenda dengan melewati proses menggunakan cetak mesin SM 72 dan menggunakan mesin cetak GTO 52 lalu melewati proses pengeleman *lock bottom* sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan membuat konsumen merasa puas terhadap produk *inner box* yang dihasilkan. Berikut ini merupakan tabel mengenai spesifikasi *inner box* kenda tipe k488 :

Tabel 4. 3 Spesifikasi *Inner Box* Kenda Tipe k488

Nomer Model	20 inces k488
Ukuran	20x1.75-2.125
Penggunaan	Sepeda gunung
Jenis	Tabung dalam
Warna Box	Merah
Tipe Katup	Katup Presta

(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)



(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)

Gambar 4. 14 *Inner Box* Kenda Tipe k488

c) *Inner box* sereal oriflakes

Produk *inner box* sereal oriflakes adalah salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Arsindo Mulya Tama. Untuk *inner box* sereal oriflakes melewati

proses laminasi untuk produk dengan kategori makanan dan proses menggunakan mesin cetak GTO 52 sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan membuat konsumen merasa puas terhadap produk *inner box* yang dihasilkan. Berikut ini merupakan tabel mengenai spesifikasi *inner box* sereal oriflakes :

Tabel 4. 4 Spesifikasi *Inner Box* Sereal Oriflakes

Nomer Model	Ip240-128-90
Ukuran	25x15
Penggunaan	Packaging sereal
Berat	900 gram

(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)



(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)

Gambar 4. 15 *Inner Box* Sereal Oriflakes

d) *Inner Box* Susu Etawa

Produk *inner box* susu etawa adalah salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Arsindo Mulya Tama. Untuk *inner box* susu etawa melewati proses laminasi untuk produk dengan kategori makanan dan proses menggunakan mesin *lock bottom* sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan membuat konsumen merasa puas terhadap produk *inner box* yang dihasilkan. Berikut ini merupakan tabel mengenai spesifikasi *inner box* susu etawa :

Tabel 4. 5 Spesifikasi *Inner Box* Susu Etawa

Nomer Model	Ip256-170-98
Ukuran	20x12.5
Penggunaan	Packaging susu etawa
Berat	500 gram

(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)



(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)

Gambar 4. 16 *Inner Box* Susu Etawa

e) *Inner box* putih kenda tipe 26x1.75-2.35

Produk *inner box* kenda warna putih untuk ban dalam sepeda dengan tipe 26x1.75/2.125 ini adalah salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Arsindo Mulya Tama dengan melewati proses pond dan yang terakhir menggunakan proses mesin *lock bottom*. Sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan membuat konsumen merasa puas terhadap produk *inner box* yang dihasilkan. Berikut ini merupakan tabel mengenai spesifikasi *inner box* kenda tipe 26x1.75-2.35 :

Tabel 4. 6 Spesifikasi *Inner Box* Kenda Tipe 26x1.75-2.35

Nomer Model	26 inces 406 451
Ukuran Tabung	26x1.75-2.35
Ukuran Ban	26"
Penggunaan	Sepeda gunung
Jenis	Tabung

Warna Box	Putih
Tipe Katup	Katup Schrader
Panjang Katup	35 mm

(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)



(Sumber : PT. Arsindo Mulya Tama)

Gambar 4. 17 Inner Box Kenda Tipe 26x1.75-2.35

4.2 Pengolahan Data

Untuk memahami tingkat kecacatan produk *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama dan mengenali ciri-ciri utama kecacatan yang paling sering terjadi, dilakukan analisis data. Dalam upaya menjaga kualitas produk perusahaan, penting juga untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan kualitas tersebut. Pada penelitian ini, metode *Six Sigma* DMAIC dan FMEA digunakan sebagai pendekatan untuk menurunkan jumlah cacat produk. Oleh karena itu, langkah-langkah penelitian yang diambil meliputi sebagai berikut:

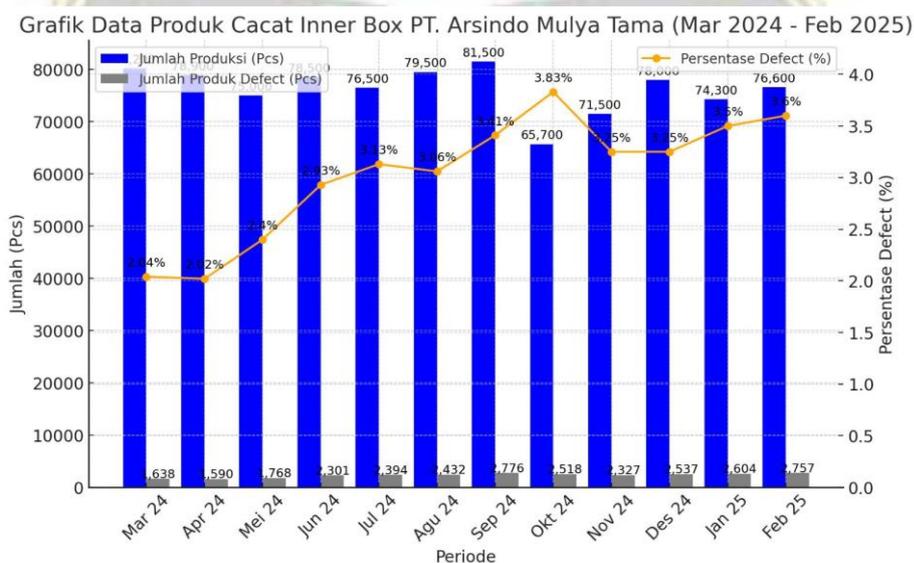
4.2.1. Tahap *Define*

Langkah *Define* merupakan tahap pertama dalam metode *Six Sigma* yang bertujuan untuk mengenali suatu permasalahan. Pada tahap ini, dilakukan pendefinisian masalah terkait produk *inner box* yang tidak sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Hasil analisis pada tahap *Define*

menunjukkan bahwa rata-rata jumlah produk cacat yang dihitung dari total produksi pada periode Maret 2024 hingga Februari 2025 adalah sebesar 3,04%.

Hal ini memiliki dampak yang signifikan terhadap proses produksi dan manajemen mutu di PT. Arsindo Mulya Tama, yang menetapkan batas maksimum kecacatan sebesar 2%. Namun, persentase kecacatan yang tidak dapat diperbaiki ini tergolong tinggi. Kecacatan tersebut mempengaruhi proses produksi karena menyebabkan peningkatan biaya dan waktu produksi akibat berulangnya proses. Untuk kemajuan perusahaan, PT. Arsindo Mulya Tama perlu meningkatkan kualitas produk agar kecacatan dalam proses produksi dapat diminimalkan. Aktivitas pada tahap mendefinisikan ini melibatkan penetapan CTQ (*Critical to Quality*), yang fokus pada masalah yang muncul dalam memenuhi harapan konsumen.

Pada tahap ini, langkah pertama adalah mengatur proses produksi yang akan dilaksanakan berdasarkan skala prioritas yang telah ditentukan, diikuti dengan pilihan CTQ untuk memahami keinginan konsumen dengan lebih baik. Selanjutnya, tim akan menyusun jadwal proses produksi, membuat peta proses, dan mengidentifikasi proses yang berpengaruh terhadap CTQ. Berikut adalah grafik presentase kecacatan dalam proses produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama untuk periode Maret 2024 hingga Februari 2025, disajikan dalam bentuk diagram:



Gambar 4. 1 Diagram Presentase Defect

1) Proses pemetaan menggunakan konsep SIPOC

Sebelum melakukan perbaikan, kita perlu memahami bagaimana proses tersebut berjalan. Pemetaan proses memberikan gambaran mengenai langkah-langkah dalam produksi *inner box*, serta ketergantungan pada proses sebelumnya dan dampaknya terhadap proses berikutnya. Tabel ini menjelaskan secara rinci alur proses dari pemasok (*supplier*) hingga pelanggan (*customer*). Berikut di bawah ini adalah diagram SIPOC :

Tabel 4. 7 Tabel SIPOC

<i>SUPPLIER</i>	<i>INPUT</i>	<i>PROCESS</i>	<i>OUTPUT</i>	<i>CUSTOMER</i>
PT. Kertas Padalarang	Bahan baku (kertas, karton)	Persiapan desain dan spesifikasi <i>inner box</i> ,	<i>Inner Box</i>	PT. GS Battery, PT. Serelia, Prima Nutrisia, PT. Wadimor, PT. Kenda, Perusahaan manufaktur dan lainnya.
PT. Kemasindo	Desain grafis	↓		
PT. Pura Grup	Mesin cetak	Pemotongan bahan baku,		
PT. Anugrah	Tinta cetak	↓		
Sentosa Mandiri	Lem dan bahan <i>finishing</i>	Proses pencetakan,		
PT. Cipta Kemas Abadi	Tenaga kerja	↓		
		<i>Finishing</i> (pengeringan, pemotongan, pelipatan),		
		↓		
		Pengecekan kualitas,		
		↓		
		Pengemasan dan penyimpanan.		

Diagram SIPOC menggambarkan aliran sistem produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama, dengan rincian sebagai berikut:

a. *Supplier*

Supplier pencetakan *inner box* adalah entitas, baik perusahaan maupun individu, yang menyediakan bahan, layanan, atau produk yang dibutuhkan untuk

memproduksi *inner box*, yaitu kemasan yang umumnya digunakan untuk melindungi dan menyimpan produk di dalam kotak luar. *Supplier* berfungsi sebagai penyedia bahan baku untuk produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama. Ini termasuk perusahaan yang menyediakan kertas, karton, atau bahan lain yang digunakan dalam pembuatan *inner box*, perusahaan yang menjual atau menyewakan mesin cetak, pemotong, dan peralatan lain yang diperlukan dalam proses produksi, serta perusahaan yang menyediakan lem, tinta, atau bahan *finishing* lainnya untuk menyelesaikan produk akhir. PT Arsindo Mulya Tama bekerja sama dengan beberapa perusahaan pemasok untuk memenuhi kebutuhan bahan baku produksinya. PT Cipta Kemas Abadi berperan sebagai pemasok kemasan plastik dan lem yang digunakan dalam proses *packing* dan *finishing*. PT Kertas Padalarang menyuplai bahan baku berupa kertas, sedangkan PT Kemasindo, PT Pura Grup, dan PT Anugrah Sentosa Mandiri merupakan pemasok karton bergelombang serta cat yang digunakan sebagai komponen utama dalam proses produksi di PT Arsindo Mulya Tama.

b. *Input*

Input adalah bahan-bahan yang diperlukan dalam proses produksi *inner box*. Bahan utama yang dibutuhkan meliputi bahan baku (seperti kertas dan karton), tinta cetak, lem, serta bahan untuk *finishing*.

c. *Process*

Proses produksi di PT. Arsindo Mulya Tama terdiri dari beberapa tahapan, yang pertama adalah semua bahan, termasuk kertas dan tinta, disiapkan sesuai kebutuhan. Berbagai jenis kertas yang digunakan, dan semua bahan harus memiliki COA untuk memastikan kualitas. Selanjutnya konsumen mengirimkan desain yang diperiksa sebelum diproses. Setelah desain selesai, plat disiapkan untuk pemotongan kertas, yang kemudian dicetak menggunakan mesin cetak berwarna empat. Divisi ini bertanggung jawab untuk memastikan hasil cetakan sesuai dengan permintaan. Tahap selanjutnya adalah membuat pola potong untuk kemasan produk. Proses pemotongan dilakukan dengan cepat dan berkualitas tinggi menggunakan mesin yang juga dapat membuat pisau potong sesuai desain. Berikutnya ke tahap akhir di mana *inner box* menjalani pengeleman dan

pengecekan warna untuk memastikan kesesuaian. Proses ini juga mencakup *trimming* dan pengemasan. Proses yang terakhir yaitu inspeksi dan pengendalian kualitas sangat penting untuk mendeteksi cacat dan memastikan produk memenuhi standar. Pengecekan akhir dilakukan sebelum pengiriman dan produk yang bermasalah akan diperbaiki. Setelah pengecekan selesai selanjutnya adalah tahap pengemasan. Proses ini tidak hanya melindungi produk tetapi juga berperan dalam *branding* dan pemasaran. Kemasan yang baik meningkatkan daya tarik produk dan memberikan pengalaman positif bagi pelanggan, sehingga setiap langkah harus dilakukan dengan cermat.

d. *Output*

Output di sini adalah hasil yang diperoleh setelah melalui proses produksi, di mana produk yang dihasilkan adalah *inner box* sesuai dengan permintaan atau pesanan dari pelanggan.

e. *Customer*

Di PT. Arsindo Mulya Tama, perusahaan menerapkan sistem MTO (*Make to Order*), di mana produk yang diproduksi ditentukan berdasarkan permintaan atau pesanan dari pelanggan, sambil tetap menjaga kualitas produk. Pelanggan yang sering melakukan pemesanan antara lain adalah PT. GS Baterai, PT. Serelia Prima Nutrisia, PT. Wadimor, PT. Kenda, serta perusahaan manufaktur lainnya.

2) Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)

Merujuk pada karakteristik tertentu dari setiap produk yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi elemen yang sangat dihargai oleh pelanggan. Karakteristik kualitas atau CTQ adalah istilah yang menggambarkan komponen-komponen produk tersebut. Berdasarkan hasil observasi, ditemukan 3 CTQ pada produk *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama Kendal, yaitu sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem. Selanjutnya dari CTQ tersebut, akan dilakukan identifikasi potensi CTQ menggunakan diagram pareto pada pengukuran. Setiap proses produksi dapat menghasilkan produk yang tidak memenuhi standar, yang sering disebut sebagai produk cacat. Pada produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama, terdapat beberapa jenis cacat yang dihasilkan yaitu sebagai berikut:

a. Sobek Kertas

Kecacatan sobek kertas disebabkan oleh masalah dalam potongan kertas, seperti hasil cetakan yang tidak solid dan pemotongan yang tidak optimal akibat pisau tumpul atau pengaturan mesin yang kurang tepat. Tekanan berlebihan pada mesin cetak dan tinta yang terlalu basah juga dapat merusak struktur kertas. Selain itu, teknik pelipatan dan pemasangan yang tidak tepat, seperti pelipatan tajam atau penggunaan lem secara berlebihan, dapat menyebabkan kertas sobek saat dicetak.

b. Noda kertas

Noda kertas disebabkan oleh bercak bintik-bintik pada gambar yang melebihi batas warna yang ditetapkan, sehingga tidak sesuai dengan standar perusahaan dan keinginan konsumen. Kecacatan ini dapat terjadi akibat beberapa faktor, seperti kualitas tinta yang buruk, kondisi mesin cetak yang tidak optimal, dan kualitas kertas yang tidak merata. Tinta yang terlalu cair atau tidak sesuai spesifikasi dapat menyebabkan distribusi tinta tidak merata. Selain itu, pengaturan mesin yang kurang tepat, seperti tekanan berlebihan atau kecepatan cetak yang terlalu tinggi, serta proses pengeringan yang tidak memadai, dapat meningkatkan risiko noda saat kertas ditangani.

c. Kelebihan Lem

Kecacatan produk akibat kelebihan lem pada kertas dalam proses produksi *inner box* disebabkan oleh beberapa faktor yang saling terkait. Penggunaan lem secara berlebihan, pengaturan mesin yang tidak tepat (seperti tekanan terlalu tinggi), dan kualitas lem yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko kelebihan lem. Selain itu, teknik pelipatan dan pemasangan yang kurang rapi juga berkontribusi pada distribusi lem yang tidak merata, sehingga meningkatkan kemungkinan kecacatan ini.

Setelah mengidentifikasi jenis-jenis cacat yang terjadi, perusahaan dapat menganalisis kecacatan yang sering muncul dalam setiap produksi. Jika tingkat kecacatan perusahaan menurun, hal ini dapat menghemat waktu dan biaya, serta meningkatkan kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, faktor yang menjadi CTQ perusahaan adalah produk *inner box* yang berkualitas, yang mempengaruhi pemenuhan kebutuhan pelanggan. CTQ ini akan menjadi elemen dalam

penghitungan DPMO, dan karena faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan, kecacatan yang terjadi menjadi ukuran jumlah CTQ. Di PT. Arsindo Mulya Tama, terdapat 3 jenis cacat, yaitu sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem, sehingga CTQ juga terdiri dari 3 aspek tersebut.

4.2.2. Tahap Measure

Tahap *Measure* pada metode *Six Sigma* DMAIC mencakup diagram pemanfaatan Pareto untuk mengenali karakteristik kualitas yang relevan dengan proses. Pada tahap ini, dilakukan perhitungan nilai DPMO dan level sigma. Setiap produk memiliki karakteristik yang dianggap penting oleh pelanggan, termasuk dalam *critical to quality* (CTQ) dan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta kendali.

4.2.1.1 Menentukan CTQ Potensial dan Diagram Pareto

Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi tiga kualitas karakteristik dalam penentuan potensi CTQ. Jenis kesalahan yang paling berpengaruh pada kualitas produk *inner box* disebut potensi CTQ. Dengan memanfaatkan diagram Pareto untuk menghitung persentase kecacatan, dapat diketahui jenis kecacatan yang memiliki tingkat tertinggi, yang akan membantu dalam menetapkan karakteristik potensi CTQ. Statistik dan proporsi masing-masing jenis kecacatan akan dijabarkan pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.19 di bawah ini.

Data yang diolah untuk mengetahui presentase jenis produk dicatat dengan rumus:

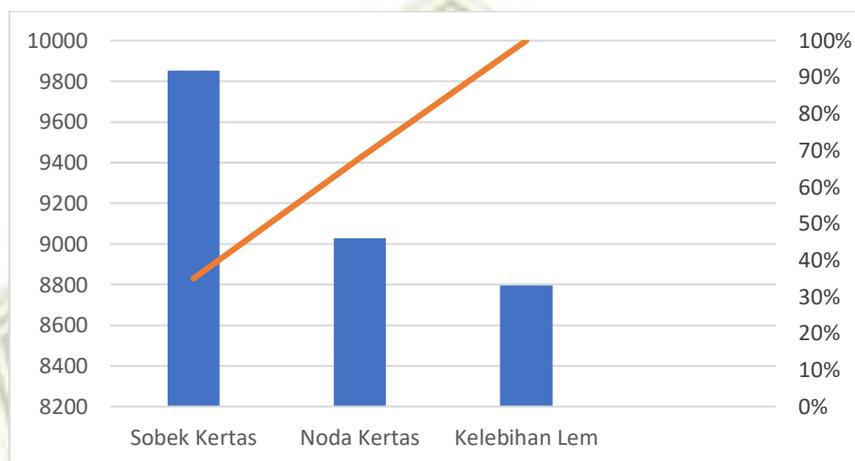
$$\% \text{Kerusakan} = \frac{\text{Jumlah produk cacat jenis } i}{\text{Jumlah produk cacat}} \times 100\%$$

Berdasarkan pada tabel 4.6 dapat dihitung presentase jenis produk cacat sebagai berikut :

- % Kerusakan Sobek Kertas = $\frac{9.854}{27.678} \times 100\% = 35\%$
- % Kerusakan Noda Kertas = $\frac{9.028}{27.678} \times 100\% = 33\%$
- % Kerusakan Kelebihan Lem = $\frac{8.796}{27.678} \times 100\% = 32\%$

Tabel 4. 8 Presentase Jenis Cacat

No	Jenis Cacat	Frekuensi Cacat	Frekuensi Cacat Kumulatif	Presentase Frekuensi Cacat	Presentase Frekuensi Cacat Kumulatif
1	Sobek Kertas	9.854	9.854	35 %	35 %
2	Noda Kertas	9.028	18.882	33 %	68 %
3	Kelebihan Lem	8.796	27.678	32 %	100 %
Jumlah		27.678		100 %	



Gambar 4. 2 Diagram Pareto

Cacat yang paling dominan dalam kualitas produk *inner box* dapat dilihat pada diagram pareto dan tabel 4.8 di atas. Jenis cacat yang paling sering terjadi dengan persentase tertinggi adalah sobek kertas (35%), diikuti oleh noda kertas (33%), dan kelebihan lem dengan total kumulatif mencapai 100%.

4.2.1.2 Menghitung Nilai DPMO dan Nilai Sigma

1) Menghitung DPO (*Defect Per Opportunities*)

DPO (*Defect Per Opportunities*) merupakan suatu metrik yang digunakan untuk menyebarkan kualitas dan tingkat cacat suatu proses dengan menghitung rasio antara jumlah cacat yang terjadi dan total peluang terjadinya cacat dalam proses tersebut. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut::

$$DPO = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diperiksa} \times \text{CTQ Potensial}}$$

Data yang diolah :

a) Maret 2024

$$DPO = \frac{1.683}{80.200 \times 3}$$

$$DPO = \frac{1.683}{240.600}$$

$$DPO = 0,00699501$$

b) April 2024

$$DPO = \frac{1.590}{78.900 \times 3}$$

$$DPO = \frac{1.590}{236.700}$$

$$DPO = 0,00671736$$

c) Mei 2024

$$DPO = \frac{1.768}{75.000 \times 3}$$

$$DPO = \frac{1.768}{225.000}$$

$$DPO = 0,00785777$$

2) Menghitung DPMO (*Defects Per Million Opportunities*)

Kegagalan metrik dalam *Six Sigma*, yang dikenal sebagai DPMO, menggambarkan jumlah kegagalan per satu juta peluang. Pemahaman yang mendalam mengenai DPMO sangat penting untuk mendukung peningkatan kualitas dan efisiensi proses produksi. Nilai DPMO dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Berdasarkan rumus di atas, perhitungan sampel DPMO untuk bulan Maret 2024 - Februari 2025 diperoleh sebagai berikut, yang akan memberikan wawasan lebih baik tentang kinerja proses dan mendukung upaya perbaikan kualitas.

Data yang diolah :

d) Maret 2024

$$DPMO = 0,00699501 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 6.995,01$$

e) April 2024

$$DPMO = 0,00671736 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 6.717,36$$

f) Mei 2024

$$DPMO = 0,00785777 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 7.857,77$$

Pada bulan Maret 2024, DPMO tercatat sebesar 6.995,01, yang menunjukkan bahwa terdapat cacat sebanyak 6.995,01 dari total kemungkinan cacat dalam produksi pada bulan tersebut (yaitu sebesar 1.000.000).

3) Mencari Nilai Sigma

Tahap selanjutnya adalah mengubah nilai DPMO menjadi nilai sigma setelah nilai DPMO diperoleh. Dapat memanfaatkan *Microsoft Excel* untuk melakukan konversi ini dengan menggunakan rumus yang tersedia di *Excel*. Proses ini penting untuk memahami tingkat kualitas dan efisiensi dalam produksi, serta untuk mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{\text{DPMO}}{1000000} \right) + 1,5$$

Berdasarkan rumus di atas, perhitungan sampel nilai sigma untuk Bulan Maret 2024 – Februari 2025 diperoleh sebagai berikut:

a) Maret 2024

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{6.995,01}{1000000} \right) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}(1 - 0,00699501) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}(0,99300499) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = 2,45752 + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = 3,95752$$

b) April 2024

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{6.771,36}{1000000} \right) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}(1 - 0,00671736) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}(0,99328264) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = 2,472033 + 1,5$$

Nilai sigma = 3,972033

c) Mei 2024

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}\left(1 - \frac{7.857,77}{1000000}\right) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}(1 - 0,00785777) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}(0,99214223) + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = 2,415456 + 1,5$$

$$\text{Nilai sigma} = 3,915456$$

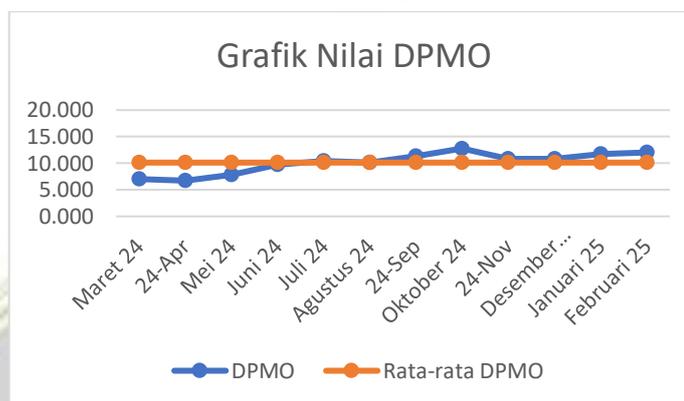
Hasil perhitungan nilai DPMO dan *Six Sigma* selama periode 12 bulan, dari Maret 2024 hingga Februari 2025. Data ini akan memberikan gambaran yang jelas tentang tren kualitas dan kinerja proses selama waktu tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 9 Perhitungan DPMO dan Sigma

No.	Periode	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Produk Defect (Pcs)	CTQ	DPO	DPMO	Tingkat Sigma
1.	Maret 24	80.200	1.683	3	0,00699501	6.995,01	3,96
2.	April 24	78.900	1.590	3	0,00671736	6.717,36	3,97
3.	Mei 24	75.000	1.768	3	0,00785777	7.857,77	3,92
4.	Juni 24	78.500	2.301	3	0,00977070	9.770,70	3,84
5.	Juli 24	76.500	2.394	3	0,01043137	10.431,37	3,81
6.	Agustus 24	79.500	2.423	3	0,01015933	10.159,33	3,82
7.	September 24	81.500	2.776	3	0,01135378	11.353,78	3,78
8.	Oktober 24	65.700	2.518	3	0,01277524	12.775,24	3,73
9.	November 24	71.500	2.327	3	0,01084848	10.848,48	3,80
10.	Desember 24	78.000	2.537	3	0,01084188	10.841,88	3,80
11.	Januari 25	74.300	2.604	3	0,01168237	11.682,37	3,77
12.	Februari 25	76.600	2.757	3	0,01199739	11.997,39	3,76
Total		916.200	27.678				

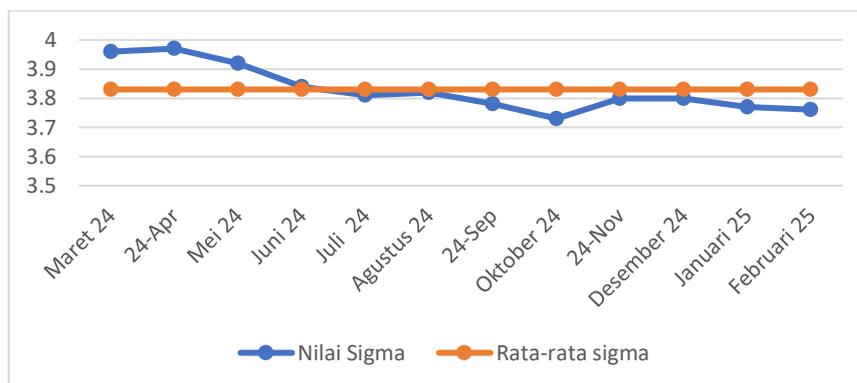
Rata - Rata	76.350	2.306,5		0,01011922	10.119,22	3,83
----------------	--------	---------	--	------------	-----------	------

Terdapat tiga kemungkinan CTQ, yaitu sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem, dengan total mencapai 916.200 pcs, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.9 di atas. Gambar 4.20 dan 4.21 di bawah ini akan menampilkan distribusi DPMO serta nilai sigma berdasarkan data tersebut, yang dapat membantu dalam menganalisis kualitas produk secara lebih mendalam.



Gambar 4.3 Grafik Nilai DPMO

Grafik nilai DPMO di atas menunjukkan bahwa pola DPMO masih menunjukkan ketidakstabilan selama periode 12 bulan, dengan ketinggian yang signifikan antara kenaikan dan penurunan, yang mengindikasikan bahwa proses tersebut belum dikelola dengan baik. Pada bulan Oktober 2024, DPMO mencapai nilai tertinggi sebesar 12.775,24, sementara rata-rata DPMO selama periode tersebut adalah 10.119,22, dan nilai terendah tercatat pada bulan April 2024 dengan DPMO sebesar 6.717,36. Rata-rata DPMO yang dihasilkan akan menjadi dasar kinerja untuk perbaikan di periode mendatang. Dengan pengendalian dan peningkatan proses yang konsisten, diharapkan akan terlihat pola penurunan DPMO seiring berjalannya waktu, yang mencerminkan peningkatan kualitas yang berkelanjutan.



Gambar 4. 4 Grafik Nilai Sigma

Perubahan nilai sigma yang tidak konsisten terlihat pada level grafik sigma, dengan tetesan yang cukup besar selama kurun waktu 12 bulan, menunjukkan kurang optimalnya pengelolaan proses produksi. Nilai sigma tertinggi tercatat pada bulan April 2024 dengan angka 3,97, sedangkan nilai terendah sebesar 3,73 terjadi pada bulan Oktober 2024, dengan rata-rata nilai sigma sebesar 3,83. Rata-rata ini akan menjadi acuan dalam proses perbaikan di masa depan. Proses yang dikelola dan ditingkatkan secara rutin diharapkan menunjukkan peningkatan tren nilai sigma. Selain itu, terdapat hubungan terbalik antara nilai DPMO dan nilai sigma, di mana nilai sigma cenderung turun ketika DPMO melebihi rata-rata, dan sebaliknya, yang menekankan pentingnya manajemen kualitas yang baik demi mencapai hasil yang lebih optimal.

4.2.1.3 Penentuan Peta Kendali

Penyimpangan dalam *output* dapat diartikan sebagai potensi masalah dalam proses produksi. Peta kendali, yang merupakan alat berbasis analisis statistik, digunakan untuk menggambarkan data terkait kualitas produk. Karena data mencakup kesalahan fisik dari produk *inner box* dan variasi jumlah barang cacat, peta kendali yang digunakan adalah peta kendali P (*P-Chart*). Proses pembuatan peta kendali P melibatkan beberapa langkah, yang memungkinkan perusahaan untuk lebih efektif dalam mengendalikan kualitas produk dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki. Berikut pengolahan data peta kendali p produk cacat *inner box* pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Pengolahan Data Peta Kendali P

No.	Periode	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Produk Defect (Pcs)	Rata-Rata Produksi	Proporsi Kesalahan	CL	UCL	LCL
1.	Maret 24	80.200	1.683	76.350	0,0209	0,0302	0,0321	0,0283
2.	April 24	78.900	1.590	76.350	0,0202	0,0302	0,0321	0,0283
3.	Mei 24	75.000	1.768	76.350	0,0236	0,0302	0,0321	0,0283
4.	Juni 24	78.500	2.301	76.350	0,0293	0,0302	0,0321	0,0283
5.	Juli 24	76.500	2.394	76.350	0,0313	0,0302	0,0321	0,0283
6.	Agustus 24	79.500	2.423	76.350	0,0305	0,0302	0,0321	0,0283
7.	September 24	81.500	2.776	76.350	0,0339	0,0302	0,0321	0,0283
8.	Oktober 24	65.700	2.518	76.350	0,0383	0,0302	0,0321	0,0283
9.	November 24	71.500	2.327	76.350	0,0325	0,0302	0,0321	0,0283
10.	Desember 24	78.000	2.537	76.350	0,0325	0,0302	0,0321	0,0283
11.	Januari 25	74.300	2.604	76.350	0,0350	0,0302	0,0321	0,0283
12.	Februari 25	76.600	2.757	76.350	0,0359	0,0302	0,0321	0,0283
Total		916.200	27.678					

- 1) Menghitung nilai proporsi kecacatan

$$\rho = \frac{np}{n}$$

$$\rho = \frac{1.683}{80.200}$$

$$\rho = 0,0209$$

- 2) Menentukan garis pusat atau *Central Line* (CL) = ρ

Selama periode Maret 2024 hingga Februari 2025, total produksi mencapai 916.200 barang, di mana sebanyak 27.678 produk *inner box* yang dihasilkan dinyatakan tidak layak. Angka ini menunjukkan pentingnya pengawasan kualitas

dalam proses produksi untuk meminimalkan jumlah barang cacat dan meningkatkan efisiensi.

Maka garis pusat (*Center Line*) adalah :

$$CL = \rho = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \rho = \frac{27.678}{916.200}$$

$$CL = \rho = 0,0302$$

Proses perhitungan untuk mengatur garis pusat atau *Center Line* (CL) telah dilaksanakan, dan hasilnya menunjukkan nilai CL sebesar 0,0302. Nilai ini penting karena berfungsi sebagai acuan dalam analisis kualitas, membantu dalam memadukan kinerja proses produksi. Dengan mengetahui garis pusat, tim dapat lebih mudah melakukan identifikasi dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas produk.

3) Menghitung sampel rata-rata selama periode pengamatan periode tahun 2024 - 2025 = n

Untuk menghitung batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) selama periode Maret 2024 hingga Februari 2025, total produksi yang dianalisis adalah 916.200 produk, dengan jumlah pengamatan yang dilakukan selama 12 bulan. Dari total tersebut, terdapat 27.678 produk *inner box* yang dinyatakan tidak layak. Penentuan batas kendali ini sangat penting untuk memadukan kualitas dan kinerja proses, sehingga tim dapat segera mengidentifikasi dan menangani masalah yang mungkin muncul dalam produksi.

n = sampel rata-rata

maka sampel rata-rata:

$$n = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Pengamatan}}$$

$$n = \frac{916.200}{12}$$

$$n = 76.350$$

Hasil perhitungan sampel untuk menentukan rata-rata menunjukkan bahwa nilai sampel rata-rata adalah 76.350 produk *inner box*.

- 4) Untuk menetapkan batas kendali atas atau *Upper Control Limit (UCL)*, digunakan rumus berikut:

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

$$UCL = 0,0302 + 3 \sqrt{\frac{0,0302(1-0,0302)}{76.350}}$$

$$UCL = 0,0302 + 3 \sqrt{\frac{0,0302(0,9698)}{76.350}}$$

$$UCL = 0,0302 + 3 \sqrt{\frac{0,02929}{76.350}}$$

$$UCL = 0,0302 + 3(0,0006193771)$$

$$UCL = 0,0302 + 0,0018581313$$

$$UCL = 0,0321$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh nilai batas kendali atas atau UCL sebesar 0,0321.

- 5) Menetapkan batas kendali bawah, yang juga dikenal sebagai *Lower Control Limit (LCL)*.

$$LCL = \rho - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$LCL = 0,0302 - 3 \sqrt{\frac{0,0302(1-0,0302)}{76.350}}$$

$$LCL = 0,0302 - 3 \sqrt{\frac{0,0302(0,9698)}{76.350}}$$

$$LCL = 0,0302 - 3 \sqrt{\frac{0,02929}{76.350}}$$

$$LCL = 0,0302 - 3(0,0006193771)$$

$$LCL = 0,0302 - 0,0018581313$$

$$LCL = 0,0283$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh nilai batas kendali bawah atau LCL sebesar 0,0283.

- 6) Grafik Peta Kendali (*Control Chart*)

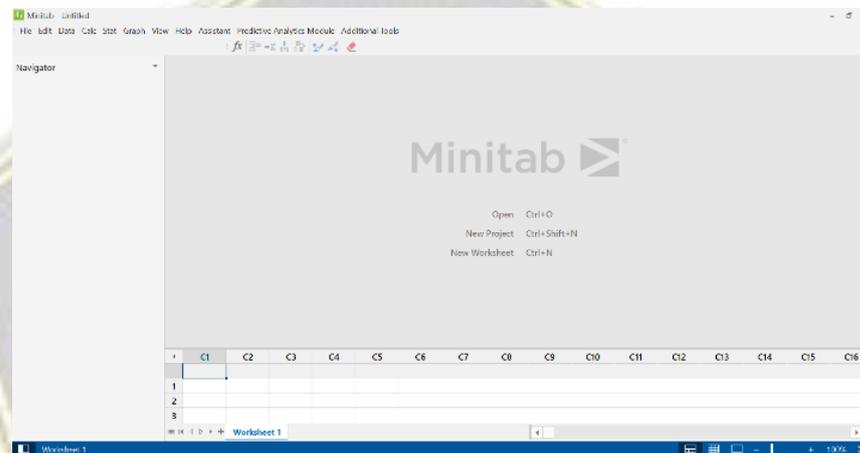
Pembuatan diagram peta kendali adalah langkah berikutnya setelah mengatur CL, UCL, dan LCL, yang dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Minitab 16*. Proses ini penting untuk memvisualisasikan data dan menggabungkan kualitas secara efektif. Berikut adalah langkah-langkah dalam pembuatan diagram peta kendali:

- a. Menyiapkan data yang diperlukan untuk membuat *Control Chart*, yang mencakup data produksi dan data kerusakan.

	Data Produksi	Cacat
1	80200	1683
2	79000	1590
3	75000	1768
4	79000	2301
5	77000	2394
6	80000	2423
7	82000	2776
8	66000	2518
9	72000	2327
10	78000	2537
11	74000	2604
12	77000	2757

Gambar 4.5 Data Produksi dan Data Cacat

- b. Buka *Software Minitab 16*



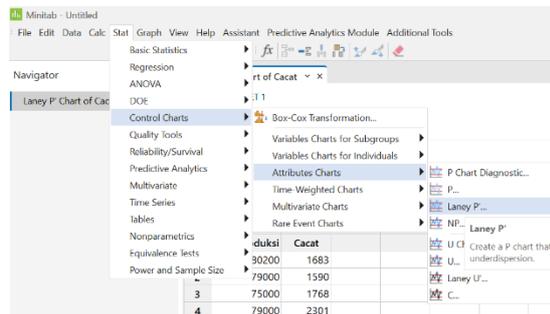
Gambar 4.6 Tampilan Awal *Software Minitab 16*

- c. *Inputkan* data produksi ke dalam kolom C1 dan data cacat ke dalam kolom C2.

	C1	C2	C3	C4
	Data Produksi	Cacat		
1	80200	1683		
2	79000	1590		
3	75000	1768		
4	79000	2301		
5	77000	2394		
6	80000	2423		
7	82000	2776		
8	66000	2518		
9	72000	2327		
10	78000	2537		
11	74000	2604		
12	77000	2757		
13				
14				

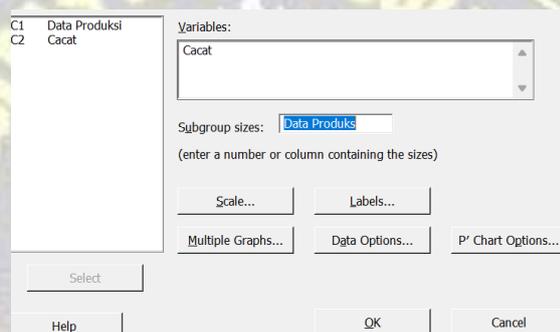
Gambar 4.7 Data Produksi dan Data Cacat Pada Kolom C1 C2

- d. Pada menu *toolbar*, klik pada opsi "*Stat*", kemudian pilih "*Control Charts*", lanjutkan dengan memilih "*Attributes Charts*" dan pilih "P".



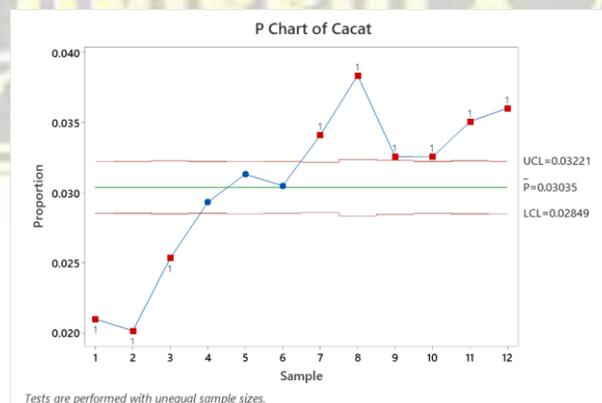
Gambar 4. 8 Tampilan *Toolbars Software Minitab 16*

- e. Selanjutnya, jendela *P chart* akan muncul. Di kolom variabel, masukkan data C2 Cacat dengan memilih datanya dan kemudian klik pilih. Pada kolom ukuran subgroup, masukkan data C1 Produksi dengan memilih datanya dan klik pilih. Setelah semua data dimasukkan, klik Ok, dan akan muncul *output* sesuai dengan data yang telah dimasukkan.



Gambar 4. 9 Tampilan Jendela *P Chart*

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, hasil *Control Chart* dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4. 10 Peta Kendali *P-Chart* Kecacatan Produk Selama 12 Bulan pada Bulan Maret 2024 - Februari 2025

Berdasarkan analisis peta kendali yang ditampilkan pada gambar 4.27 menggunakan *software Minitab 16*, hasilnya menunjukkan bahwa terdapat 9 titik di luar batas kendali dan 3 titik di dalam batas kendali. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pembuatan *inner box* kurang terkelola dengan baik. Data yang dianggap berada di luar kendali statistik perlu direvisi, karena keluarnya data dari batas kendali dianggap sebagai faktor yang dapat diidentifikasi. Untuk melakukan revisi, data dari bulan Maret, April, Mei, September, Oktober, November, Desember 2024, dan Januari, Februari 2025 akan dihapus dan dihitung ulang hingga semua data berada dalam batas kendali.

A. Revisi Data *Out Of Control*

- 1) Menentukan garis pusat atau *Central Line* (CL) = ρ .

Diketahui bahwa total produksi adalah 234.500 pcs, dengan 7.118 pcs di antaranya dianggap tidak layak antara bulan Maret 2024 hingga Februari 2025, setelah menghapus data produksi dari Bulan Maret, April, Mei, September, Oktober, November, Desember 2024, dan Januari, Februari 2025.

Maka garis pusat (*Center Line*) adalah :

$$CL = \rho = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \rho = \frac{7.118}{234.500}$$

$$CL = \rho = 0,0304$$

- 2) Menghitung sampel rata-rata selama periode pengamatan periode tahun 2024 - 2025 = n

n = sampel rata-rata

maka sampel rata-rata:

$$n = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Jumlah Pengamatan}}$$

$$n = \frac{234.500}{3}$$

$$n = 78.166$$

- 3) Untuk menetapkan batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL), digunakan rumus berikut:

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

$$UCL = 0,0304 + 3\sqrt{\frac{0,0304(1-0,0304)}{78.166}}$$

$$UCL = 0,0304 + 3\sqrt{\frac{0,0304(0,9696)}{78.166}}$$

$$UCL = 0,0304 + 3\sqrt{\frac{0,02948}{78.166}}$$

$$UCL = 0,0304 + 3(0,0006141222)$$

$$UCL = 0,0304 + 0,0018423666$$

$$UCL = 0,0322$$

- 4) Menetapkan batas kendali bawah, yang juga dikenal sebagai *Lower Control Limit* (LCL).

$$LCL = \rho - 3\sqrt{\frac{p(1-\rho)}{n}}$$

$$LCL = 0,0304 - 3\sqrt{\frac{0,0304(1-0,0304)}{78.166}}$$

$$LCL = 0,0304 - 3\sqrt{\frac{0,0317(0,9696)}{78.166}}$$

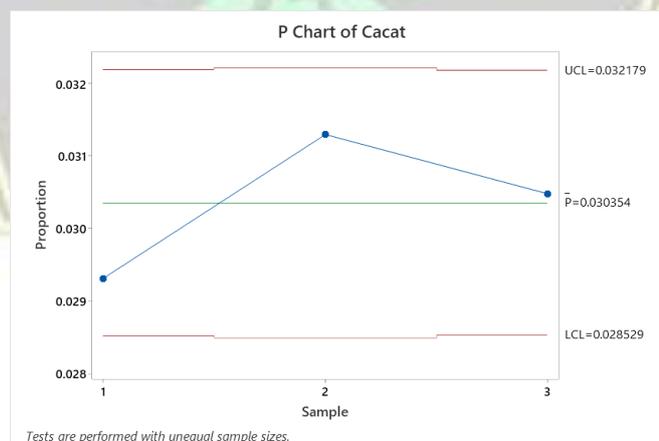
$$LCL = 0,0304 - 3\sqrt{\frac{0,02948}{78.166}}$$

$$LCL = 0,0304 - 3(0,0006141222)$$

$$LCL = 0,0304 - 0,0018423666$$

$$LCL = 0,0285$$

- 5) Grafik Peta Kendali (*Control Chart*)



Gambar 4. 11 Grafik Peta Kendali Setelah Revisi

Dari gambar 4.28 di atas, dapat dilihat bahwa tidak terdapat data yang berada dalam kondisi *Out Of Control* pada peta kendali p yang telah direvisi. Hal

ini menunjukkan bahwa semua data berada dalam batas kendali yang ditetapkan, menandakan bahwa proses yang dijelaskan berjalan stabil dan terkendali.

4.2.1.4 Kapabilitas Proses

Langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan kapabilitas proses pada tahap produksi serta terhadap cacat produk *inner box*. Perhitungan ini didasarkan pada data cacat hasil produksi selama 12 bulan, dihitung dari bulan Maret 2024 hingga Februari 2025, yang disajikan pada Tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10 Mean dari Data Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Defect

No.	Periode	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Produk Defect (Pcs)
1.	Maret 24	80.200	1.683
2.	April 24	78.900	1.590
3.	Mei 24	75.000	1.768
4.	Juni 24	78.500	2.301
5.	Juli 24	76.500	2.394
6.	Agustus 24	79.500	2.423
7.	September 24	81.500	2.776
8.	Oktober 24	65.700	2.518
9.	November 24	71.500	2.327
10.	Desember 24	78.000	2.537
11.	Januari 25	74.300	2.604
12.	Februari 25	76.600	2.757
Jumlah		916.200	27.678
n		12	12
Mean		76350	2306,5

Tabel 4. 11 Standar Deviasi Data Pengolahan Cacat dari Data Produksi *Inner Box*

No.	Periode	Jumlah Produksi (Pcs)	Jumlah Produk Defect (Pcs)	$xi - \bar{x}$	$(xi - \bar{x})^2$
1.	Maret 24	80.200	1.683	-623,5	388.752
2.	April 24	78.900	1.590	-716,5	513.372
3.	Mei 24	75.000	1.768	-538,5	289.982

4.	Juni 24	78.500	2.301	-5,5	30,25
5.	Juli 24	76.500	2.394	87,5	7.656
6.	Agustus 24	79.500	2.423	116,5	13.572
7.	September 24	81.500	2.776	469,5	220.430
8.	Oktober 24	65.700	2.518	211,5	44.732
9.	November 24	71.500	2.327	20,5	420,25
10.	Desember 24	78.000	2.537	230,5	53.130
11.	Januari 25	74.300	2.604	297,5	88.506
12.	Februari 25	76.600	2.757	450,5	202.950
Jumlah					1.823.535

$$\text{Varians} : \sum \frac{(xi-\bar{x})^2}{n} = \frac{1.823.535}{12} = 151961,25$$

$$\text{Standar deviasi} : \sqrt{\text{variens}} = \sqrt{151961,25} = 389,8221$$

Batas spesifikasi bawah (LSL) dan batas spesifikasi atas (USL) ditetapkan berdasarkan persentase target yang diharapkan perusahaan, yaitu sebesar 2% hingga 4%. Berdasarkan ketentuan tersebut, diperoleh nilai LSL sebesar 553,56 dan USL sebesar 1.107,12. Selanjutnya, nilai tingkat kapabilitas proses (Cp) dan indeks kapabilitas proses (Cpk) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$CP = \frac{USL - LSL}{UCL - LCL} = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$CP = \frac{1.107,12 - 553,56}{6 \times 389,8221}$$

$$CP = \frac{553,56}{2338,9326}$$

$$CP = 0,236672$$

Diketahui bahwa nilai Cp untuk proses produksi *inner box* adalah sebesar 0,236672. Umumnya, nilai Cp yang lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa proses produksi mampu menghasilkan produk yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Namun, dalam kasus ini, nilai Cp yang diperoleh menunjukkan bahwa proses produksi *inner box* belum sepenuhnya memenuhi spesifikasi yang diharapkan.

Perhitungan CPK

$$\begin{aligned}
 CPK &= \min \left(\frac{(USL - mean)}{3. \sigma} \right) \left(\frac{mean - LSL}{3. \sigma} \right) \\
 &= \min \left(\frac{(1.107,12 - 2306,5)}{3.389,8221} \right) \left(\frac{2306,5 - 553,56}{3.389,8221} \right) \\
 &= \min \left(\frac{1.199,38}{1169,4663} \right) \left(\frac{1752,94}{1169,4663} \right) \\
 &= \min(1,0255789329)(1,4989230) = 1,0255789329
 \end{aligned}$$

Diketahui untuk nilai CPk produksi *inner box* yaitu 1,0255789329. Nilai $CPK > 1$ menunjukkan bahwa proses menghasilkan produk mampu dan sesuai dengan persyaratan. Dalam hal ini proses produksi *inner box* memenuhi spesifikasi dalam menghasilkan *inner box*.

4.2.3. Tahap Analyze

Pada tahap analisis, dilakukan proses identifikasi untuk menentukan sumber serta penyebab terjadinya cacat, dengan memanfaatkan diagram *fishbone* yang menggambarkan hubungan antara sebab dan akibat.

4.2.3.1 Mengidentifikasi Terhadap Akar Penyebab Dari Masalah Kecacatan

Berdasarkan analisis hasil menggunakan diagram Pareto, diketahui bahwa jenis cacat dengan kontribusi tertinggi meliputi kertas sobek, noda pada kertas, dan kelebihan lem. Untuk menggali akar penyebab dari cacat-cacat tersebut, dilakukan wawancara mendalam dengan pemilik dan karyawan PT. Arsindo Mulya Tama. Melalui pendekatan ini, sejumlah faktor penyebab utama diidentifikasi.

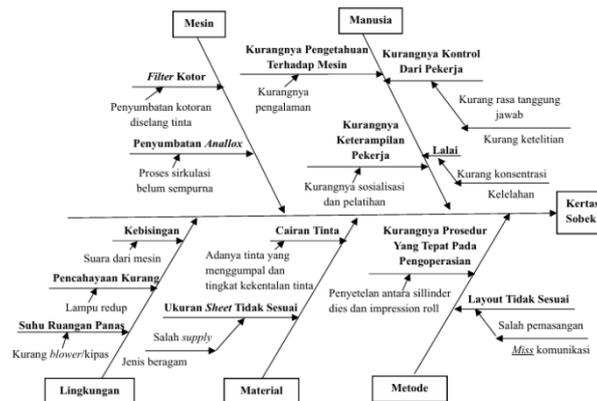
1. Kertas Sobek

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak PT. Arsindo Mulya Tama, faktor penyebab terjadinya kertas sobek pada produk *inner box* diidentifikasi berasal dari beberapa aspek, yaitu faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Penjelasan kontribusi masing-masing faktor terhadap terjadinya cacat ini dijelaskan sebagai berikut.

a) Faktor Manusia

- Rendahnya tingkat kontrol oleh operator disebabkan oleh kurangnya ketelitian serta lemahnya rasa tanggung jawab dalam menjalankan tugas.

- Keterampilan operator yang kurang optimal merupakan akibat dari terbatasnya sosialisasi dan minimnya program pelatihan yang diberikan.
 - Terjadinya kelalaian pada pekerja disebabkan oleh kurangnya konsentrasi, terburu-burunya dalam menyelesaikan pekerjaan, serta kondisi kelelahan saat bekerja.
 - Keterbatasan pengetahuan pekerja terhadap mesin dipengaruhi oleh tidak adanya pengalaman yang dimiliki oleh pekerja baru.
- b) Faktor Mesin
- Kondisi *filter* mesin yang kotor disebabkan oleh adanya penyumbatan kotoran pada selang tinta.
 - Terjadinya penyumbatan pada mesin *analox* disebabkan oleh proses sirkulasi tinta yang belum berjalan secara optimal.
- c) Faktor Metode
- Ketidaksesuaian tata letak disebabkan oleh kesalahan dalam pemasangan serta kurang efektifnya komunikasi antar pekerja.
 - Ketidaktepatan SOP dalam pengoperasian mesin terjadi akibat tidak sesuainya penyetelan antara *silinder dies* dan *impresi roll*.
- d) Faktor Material
- Ketidaksesuaian cairan tinta disebabkan oleh adanya gumpalan pada tinta serta tingkat kekentalan yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan.
 - Ketidaksesuaian ukuran *sheet* terjadi akibat kesalahan dalam penyediaan bahan serta adanya variasi jenis bahan yang digunakan.
- e) Faktor Lingkungan
- Kebisingan disebabkan oleh suara mesin yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung.
 - Kurangnya pencahayaan di area kerja disebabkan oleh redupnya lampu penerangan.
 - Suhu ruangan yang panas serta kurangnya sirkulasi udara disebabkan oleh terbatasnya jumlah *blower* atau kipas, serta ukuran ventilasi udara yang terlalu kecil di area produksi.



Gambar 4. 12 Diagram Sebab Akibat Sobek Kertas

2. Noda Kertas

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak PT. Arsindo Mulya Tama, faktor penyebab terjadinya noda kertas pada produk *inner box* diidentifikasi berasal dari beberapa aspek, yaitu faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Penjelasan kontribusi masing-masing faktor terhadap terjadinya cacat ini dijelaskan sebagai berikut.

a) Faktor Manusia

- Rendahnya keterampilan operator disebabkan oleh kurangnya sosialisasi mengenai penggunaan warna cat.
- Kurangnya fokus pekerja dipengaruhi oleh banyaknya beban pikiran serta tekanan yang diberikan oleh atasan.

b) Faktor Mesin

- Kondisi *filter* mesin yang kotor disebabkan oleh terjadinya penyumbatan kotoran pada selang tinta.
- Keausan pada *roll* disebabkan oleh tidak dilakukannya pengecekan mesin secara rutin serta belum adanya jadwal perawatan yang terorganisasi.

c) Faktor Metode

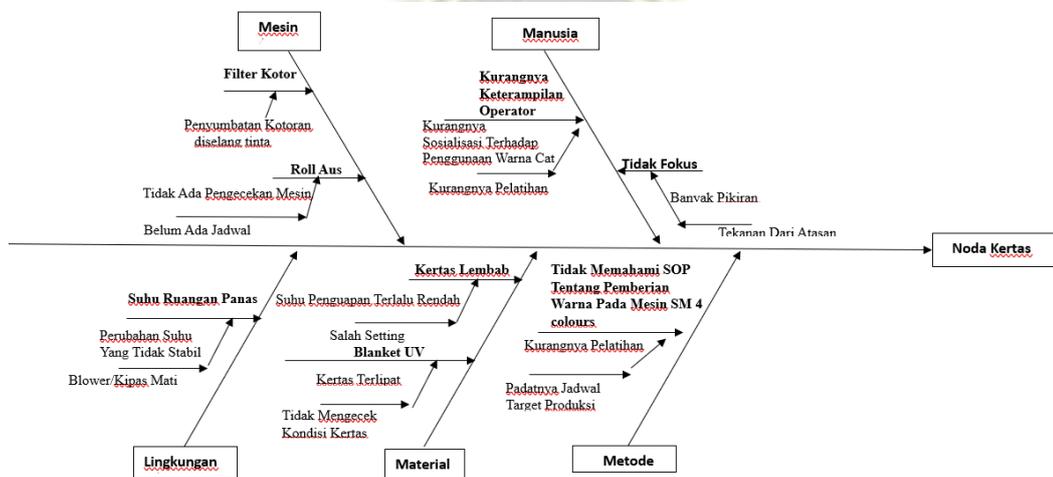
- Kurangnya pemahaman terhadap SOP pemberian warna pada mesin SM 4 warna disebabkan oleh minimnya pelatihan serta padatnya jadwal target produksi.

d) Faktor Material

- Kelembaban pada kertas terjadi akibat suhu penguapan yang terlalu rendah serta kesalahan pengaturan oleh pekerja.
- Selain itu, penggunaan *blanket* UV menyebabkan kertas terlipat karena kondisi kertas tidak diperiksa terlebih dahulu.

e) Faktor Lingkungan

- Tingginya suhu ruangan dan buruknya sirkulasi udara disebabkan oleh jumlah *blower* atau kipas yang tidak mencukupi, ukuran ventilasi udara yang kecil, serta ketidakstabilan perubahan suhu di area produksi.



Gambar 4. 13 Diagram Sebab Akibat Noda Kertas

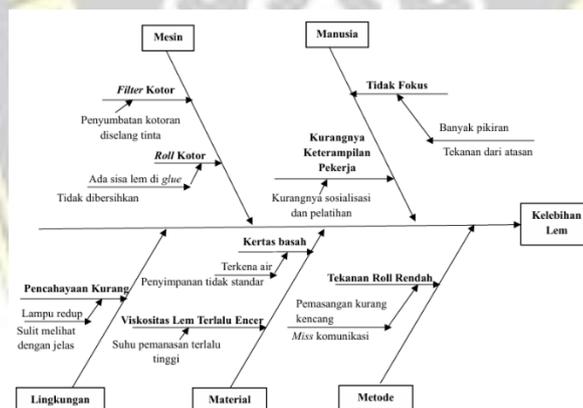
3. Kelebihan Lem

Faktor-faktor penyebab terjadinya kelebihan lem pada *inner box* dipilih berdasarkan hasil wawancara dengan pihak PT. Arsindo Mulya Tama, yang meliputi aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Uraian kontribusi dari masing-masing faktor terhadap permasalahan tersebut disajikan berikut ini.

a) Faktor Manusia

- Minimnya keterampilan operator disebabkan oleh kurangnya sosialisasi serta terbatasnya program pelatihan bagi pekerja.
- Selain itu, ketidakfokusan pekerja dalam menjalankan tugas juga disebabkan oleh beban pikiran yang berlebihan dan tekanan dari atasan selama proses kerja.

- b) Faktor Mesin
- Kondisi *filter* mesin yang kotor disebabkan oleh adanya penyumbatan kotoran pada selang tinta.
 - Sementara itu, kotoran pada *roll* terjadi akibat adanya sisa lem yang tidak dibersihkan secara optimal.
- c) Faktor Metode
- Tekanan *roll* yang rendah disebabkan oleh pemasangan yang kurang kencang serta lemahnya komunikasi antar pekerja.
- d) Faktor Material
- Kondisi kertas yang basah disebabkan oleh paparan udara serta penyimpanan yang tidak memenuhi standar.
 - Selain itu, viskositas lem yang terlalu encer terjadi akibat suhu pemanasan yang terlalu rendah serta kesalahan pengaturan oleh pekerja.
- e) Faktor Lingkungan
- Kurangnya pencahayaan di ruangan disebabkan oleh kondisi lampu yang redup. Lampu BRP (*Bright Retrofit Panel*) mulai menurun intensitas cahayanya pencahayaan di ruangan <500 lux sehingga menghambat kecerahan dalam penglihatan.



Gambar 4. 14 Diagram Sebab Akibat Kelebihan Lem

4.2.3.2 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) diterapkan setelah akar penyebab cacat diidentifikasi melalui diagram tulang ikan, guna menetapkan prioritas risiko berdasarkan nilai keparahan, frekuensi kejadian, dan

kemampuan deteksi. Penilaian RPN (*Risk Priority Number*) dilakukan melalui wawancara dengan pemilik PT. Arsindo Mulya Tama, dan evaluasi terhadap dampak penurunan nilai dilakukan sesuai dengan aspek ketiga tersebut.

a) Penentuan Nilai Keparahan (*Severity*)

Kesalahan dalam proses produksi dipengaruhi oleh faktor mesin, manusia, metode, material, dan lingkungan, yang berdampak pada kinerja PT. Arsindo Mulya Tama. Nilai intensitas yang ditentukan melalui wawancara dengan pemilik usaha yang digunakan untuk memancarkan dampak dari setiap jenis cacat, sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 2.3.

b) Penentuan Nilai Peluang Kecacatan (*Occurrence*)

Peluang terjadinya kecacatan dievaluasi setelah penentuan nilai keparahan. Penetapan nilai peluang didasarkan pada hasil wawancara dengan pemilik usaha, yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

c) Penentuan Nilai Deteksi Kecacatan (*Detection*)

Nilai deteksi kegagalan ditentukan setelah mengidentifikasi kontrol cacat, yang didasarkan pada hasil wawancara dengan pemilik usaha. Penilaian ini dapat dilihat pada Tabel 2.5.

d) Penentuan Nilai RPN (*Risk Priority Number*)

Setelah proses FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang perlu diprioritaskan, perhitungan RPN dilakukan dengan cara mengalikan skor keparahan, peluang kejadian, dan kemampuan deteksi. Rekomendasi perbaikan dibuat berdasarkan nilai RPN tertinggi, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Berikut ini adalah contoh perhitungan RPN untuk kasus kecacatan berupa sobek kertas akibat faktor manusia, dengan penyebab utamanya adalah kurangnya pemahaman terhadap mesin:

$$\text{RPN} = \text{Severity (S)} \times \text{Occurance (O)} \times \text{Detection (D)}$$

$$\text{RPN} = 7 \times 6 \times 7$$

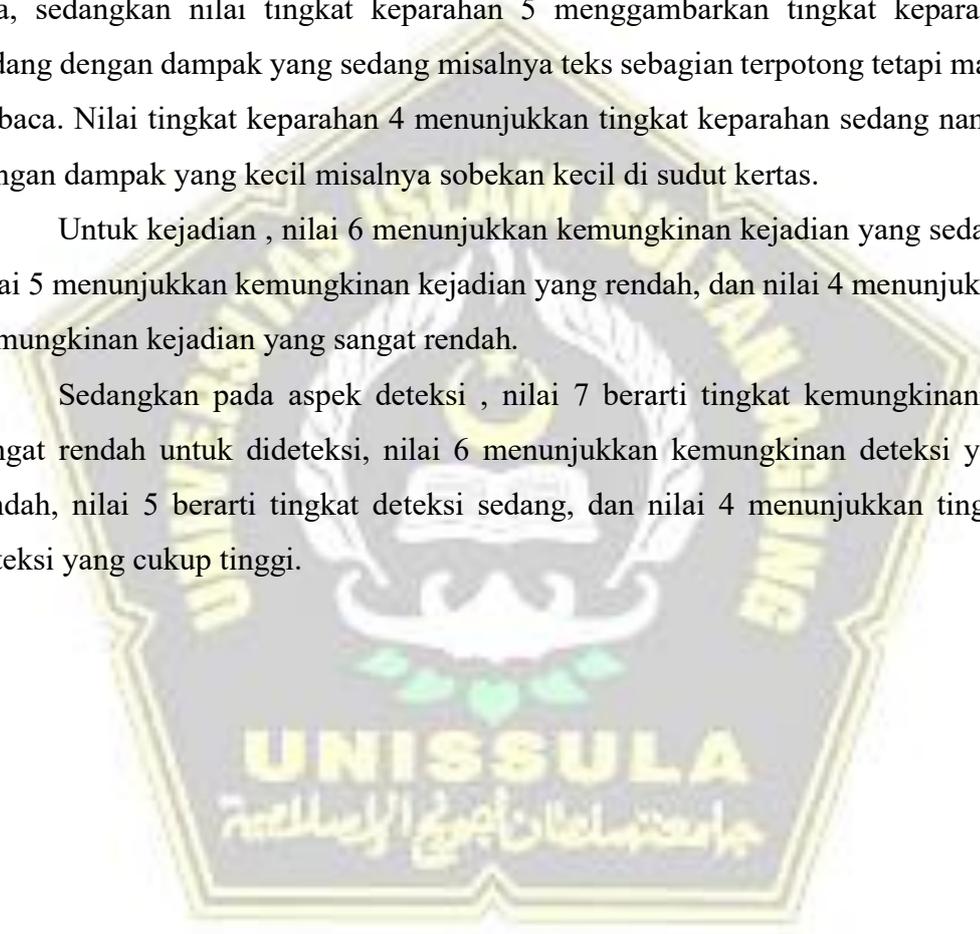
$$\text{RPN} = 294$$

Perhitungan untuk faktor-faktor lainnya dapat dilakukan dengan metode yang sama seperti contoh sebelumnya, menggunakan rumus yang serupa. Hasil perhitungan RPN dan FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Nilai tingkat keparahan 7 menunjukkan tingkat keparahan yang tinggi dengan dampak yang signifikan misalnya kertas terbelah menjadi dua bagian. Nilai tingkat keparahan 6 mencerminkan tingkat keparahan sedang dengan konsekuensi yang cukup besar misalnya sobek di tengah halaman namun tidak sampai terbelah dua, sedangkan nilai tingkat keparahan 5 menggambarkan tingkat keparahan sedang dengan dampak yang sedang misalnya teks sebagian terpotong tetapi masih terbaca. Nilai tingkat keparahan 4 menunjukkan tingkat keparahan sedang namun dengan dampak yang kecil misalnya sobekan kecil di sudut kertas.

Untuk kejadian, nilai 6 menunjukkan kemungkinan kejadian yang sedang, nilai 5 menunjukkan kemungkinan kejadian yang rendah, dan nilai 4 menunjukkan kemungkinan kejadian yang sangat rendah.

Sedangkan pada aspek deteksi, nilai 7 berarti tingkat kemungkinannya sangat rendah untuk dideteksi, nilai 6 menunjukkan kemungkinan deteksi yang rendah, nilai 5 berarti tingkat deteksi sedang, dan nilai 4 menunjukkan tingkat deteksi yang cukup tinggi.



Tabel 4. 12 Nilai *Severity*, *Occurance*, *Detection* dan RPN Pada Cacat Kertas Sobek, Noda Kertas, dan Kelebihan Lem

Produk yang diharapkan	Jenis Kegagalan	Efek Dari Kegagalan	Faktor	Penyebab Kegagalan	<i>Severity</i>	<i>Occurance</i>	<i>Detection</i>	RPN
Produk harus memiliki kertas yang utuh, tanpa sobekan, goresan, atau kerusakan fisik lainnya.	Sobek kertas	Sobekan pada kertas mengakibatkan produk tidak memenuhi standar kualitas. Cacat sobek pada kertas pada produk <i>inner box</i> termasuk jenis kerusakan yang tergolong kritis, karena tidak hanya mempengaruhi aspek visual, tetapi juga merusak struktur fisik dan fungsi utama kemasan tersebut.	Manusia	Kurangnya pengetahuan terhadap mesin	7	6	7	294
				Kurangnya keterampilan operator	7	6	6	252
				Kurangnya kontrol dari operator	6	5	5	150
				Pekerja lalai	7	6	6	252
			Mesin	<i>Filter</i> kotor	7	6	5	210
				Penyumbatan <i>anallox</i>	6	6	5	180
			Metode	<i>Layout</i> tidak sesuai	7	6	4	168
				Kurangnya prosedur yang tepat pada pengoperasian	5	5	5	125
			Material	Ukuran <i>sheet</i> tidak sesuai	4	4	4	64
				Cairan tinta	7	6	5	210

			Lingkungan	Suhu ruangan panas	5	4	5	100
				Kebisingan	4	5	5	100
				Pencahayaan kurang	5	6	5	150
Permukaan kertas harus bersih, bebas dari noda, bercak tinta, debu, atau kotoran.	Noda kertas	Noda pada kertas merupakan cacat yang mempengaruhi aspek estetika produk, namun tidak berdampak langsung terhadap fungsi. Meskipun demikian, dampak	Manusia	Kurangnya keterampilan operator	7	6	7	294
				Pekerja tidak fokus	6	5	7	210
			Mesin	<i>Filter</i> kotor	7	5	5	175
				<i>Roll</i> aus	7	4	5	140
			Metode	Tidak memahami SOP tentang pemberian warna	7	6	5	210

		jangka panjang terhadap citra merek dan kepuasan pelanggan dapat cukup signifikan.		pada mesin SM 4 <i>colours</i>				
			Material	Kertas lembab <i>Blanket UV</i>	6	5	5	150
					5	5	4	100
			Lingkungan	Suhu ruangan panas	5	5	5	125
Lem harus diaplikasikan tepat sasaran tanpa tumpahan, rembesan, atau permukaan yang lengket.z	Kelebihan lem	Kelebihan lem lebih bersifat kosmetik, namun dapat mempengaruhi kualitas produk secara keseluruhan. Meskipun cacat ini tidak secara langsung mengganggu fungsi produk, tetapi dapat berdampak pada kepuasan pelanggan serta meningkatkan biaya operasional.	Manusia	Kurangnya keterampilan operator	7	5	7	175
				Pekerja tidak fokus	6	6	5	180
			Mesin	<i>Filter</i> kotor	6	6	5	180
				<i>Roll</i> kotor	5	6	5	150
			Metode	Tekanan <i>roll</i> rendah	6	5	4	120
			Material	Kertas basah	5	5	5	125
				Lem terlalu encer	7	6	4	168
			Lingkungan	Pencahayaannya kurang	6	6	5	180

Berdasarkan hasil perhitungan FMEA yang tercantum dalam Tabel 4.12, prioritas penyebab terjadinya cacat sobek pada kertas diidentifikasi sebagai kurang pengetahuan pekerja mengenai mesin, dengan nilai RPN tertinggi sebesar 294. Kurangnya pengetahuan ini dalam menjalankan proses produksi dapat berdampak pada hasil produksi. Hal ini terjadi akibat pelatihan penyediaan yang mampu dan minimnya sosialisasi mengenai cara penggunaan mesin yang benar. Nilai RPN tertinggi untuk jenis cacat sobek pada produk adalah 294, dengan faktor manusia sebagai penyebab utama, yaitu kurang pengetahuan pekerja mesin.

4.2.4. Tahap *Improve*

Pada tahap ini, akan disusun rencana tindakan korektif untuk meningkatkan kualitas *Six Sigma* setelah sumber dan akar penyebab masalah kualitas berhasil diidentifikasi. Berdasarkan diagram *Fishbone* dan nilai RPN tertinggi yang ditemukan melalui pendekatan FMEA, perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode 5W+1H pada faktor penyebab masalah. Dalam kerangka *Six Sigma*, penyusunan rencana tindakan korektif menjadi langkah krusial. Tabel berikut menyajikan rencana perbaikan yang telah direncanakan.

Tabel 4. 13 Rencana Tindakan Perbaikan Pemilik PT. Arsindo Mulya Tama

Jenis	5W+1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan ketelitian dan kedisiplinan pekerja dalam menjalankan prosedur kerja. 2. Optimalisasi pemilihan bahan baku yang sesuai dengan standar kualitas. 3. Peningkatan pemahaman pekerja terhadap pentingnya kualitas dan alur produksi.
Alasan kegunaan	<i>Why</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengurangi jumlah cacat produk secara signifikan, yang akan menghemat biaya produksi dan mengurangi pemborosan. 2. Menjamin konsistensi proses produksi agar tetap sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. 3. Meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab pekerja terhadap kualitas hasil kerja, sehingga produktivitas dan reputasi perusahaan dapat tetap terjaga dengan baik.
Lokasi	<i>Where</i>	Tempat produksi <i>inner box</i> PT. Arsindo Mulya Tama

Urutan	<i>When</i>	Sebelum melakukan proses produksi
Orang	<i>Who</i>	Pemilik PT. Arsindo Mulya Tama
Mode	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan dan sosialisasi kepada pekerja terkait pentingnya ketelitian, pemahaman prosedur kerja, serta pengendalian kualitas hasil produksi. 2. Penyusunan dan penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang lebih terstruktur dan mudah dipahami, termasuk penggunaan panduan visual (visual SOP) yang dipasang di area kerja. 3. Penyusunan <i>checklist</i> pemilihan bahan baku yang harus digunakan oleh petugas untuk memastikan hanya bahan berkualitas yang diterapkan dalam proses produksi. 4. Penerapan sistem insentif dan sanksi untuk meningkatkan motivasi pekerja dalam menjaga kualitas hasil kerja dan mematuhi prosedur yang telah ditetapkan. 5. Pelaksanaan <i>briefing</i> setiap hari oleh <i>supervisor</i> sebelum setiap <i>shift</i> dimulai, untuk menyampaikan target produksi, evaluasi dari hari sebelumnya, serta penekanan terhadap standar kualitas. 6. Perbaikan kondisi lingkungan kerja dengan menambah fasilitas pendukung, seperti: <ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan ventilasi silang atau <i>exhaust fan</i> untuk meningkatkan sirkulasi udara dan menurunkan suhu panas di area produksi. - Pemantauan suhu kerja secara berkala untuk memastikan lingkungan kerja tetap berada dalam batas yang nyaman dan aman bagi pekerja. - Peningkatan pencahayaan alami dan buatan agar pekerja dapat bekerja dengan lebih fokus dan teliti, terutama pada proses cetak presisi.

Tabel 4. 14 Rencana Tindakan Perbaikan Pekerja Mesin *Pond*

Jenis	5W+1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i>	Peningkatan kualitas kerja pada bagian mencetak dengan perhatian utama pada penanganan dan pencegahan terjadinya cacat produk berupa sobekan pada kertas..

Alasan kegunaan	<i>Why</i>	<p>1. Mengurangi jumlah cacat produk secara signifikan, yang berdampak pada penghematan biaya produksi dan pengurangan pemborosan.</p> <p>2. Menjamin konsistensi dalam proses produksi agar tetap sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan.</p> <p>3. Meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab pekerja terhadap kualitas hasil kerja, sehingga produktivitas dan reputasi perusahaan dapat terjaga dengan baik.</p>
Lokasi	<i>Where</i>	Tempat produksi <i>inner box</i> PT. Arsindo Mulya Tama
Urutan	<i>When</i>	Sebelum melakukan proses produksi
Orang	<i>Who</i>	Pekerja bagian pencetakan
Mode	<i>How</i>	<p>1. Pelatihan teknis kepada pekerja mencetak terkait:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cara mengatur tekanan dan posisi kertas pada mesin cetak. - Teknik penanganan kertas dengan benar untuk menghindari sobekan. - Prosedur untuk menghentikan dan memeriksa mesin jika terjadi masalah. <p>2. Peningkatan prosedur pemeriksaan awal (<i>pre-check</i>) sebelum produksi, meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pemeriksaan kondisi kertas (agar tidak lembab dan tidak terlipat). - Memeriksa kondisi <i>roll</i> dan penjepit pada mesin cetak. <p>3. Penjadwalan pemeliharaan mesin secara rutin, khususnya untuk komponen yang berhubungan langsung dengan pengumpan dan penarikan kertas.</p> <p>4. Penerapan SOP baru untuk penanganan bahan baku kertas, yang mencakup penyimpanan, transfer, dan pemasangan pada mesin.</p> <p>5. Perbaiki kondisi lingkungan kerja , seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pengaturan suhu dan kelembaban ruangan untuk mencegah kerusakan pada kertas. - Pemasangan <i>exhaust fan</i> dan ventilasi yang memadai untuk menjaga kertas tetap kering dan tidak lembab. <p>6. Memberikan <i>reward</i> bagi tim yang mencapai tingkat cacat rendah.</p>

Tabel 4. 15 Rencana Tindakan Perbaikan Pekerja Mesin *Heidelberg SM 72*

Jenis	5W+1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i>	Tindakan perbaikan dilakukan untuk mengurangi cacat produk berupa noda pada kertas, melalui peningkatan kebersihan mesin dan area kerja, pelatihan pekerja dalam pengelolaan tinta dan bahan cetak, serta pengetatan prosedur pemeriksaan dan pembersihan sebelum dan sesudah proses pencetakan.
Alasan kegunaan	<i>Why</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menurunkan tingkat kecacatan produk secara signifikan, sehingga dapat menghemat biaya produksi dan meminimalkan pemborosan. 2. Mengubah konsistensi sinkronisasi proses produksi agar tetap sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. 3. Meningkatkan kesadaran serta tanggung jawab pekerja terhadap kualitas hasil kerja, sehingga produktivitas dapat terus terjaga.
Lokasi	<i>Where</i>	Tempat produksi <i>inner box</i> PT. Arsindo Mulya Tama
Urutan	<i>When</i>	Sebelum melakukan proses produksi
Orang	<i>Who</i>	Pekerja bagian pencetakan
Mode	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pelatihan kepada pekerja bagian mencetak yang mencakup: <ul style="list-style-type: none"> - Penanganan tinta dan pelarut secara aman. - Teknik pembersihan sisa tinta dari permukaan mesin. - Pentingnya menjaga kebersihan area kerja dan peralatan. 2. Penerapan SOP baru terkait kebersihan mesin, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Pembersihan permukaan <i>roll</i>, pelat cetak, dan meja kerja sebelum dan sesudah pergantian <i>shift</i>. - Memeriksa kertas sebelum masuk ke mesin untuk memastikan bebas dari noda atau kerusakan awal. 3. Pengecekan kondisi tinta dan pelarut sebelum digunakan untuk memastikan tidak terdapat partikel asing atau tinta yang mengering. 4. Implementasi pembersihan menyeluruh pada mesin cetak oleh tim <i>maintenance</i> setiap akhir pekan produksi.

		<p>5. Penempatan alat pembersih seperti lap, kuas, dan cairan pembersih di setiap stasiun kerja mencetak agar dapat diakses dengan mudah saat dibutuhkan.</p> <p>6. Pemasangan <i>exhaust fan</i> dan ventilasi tambahan untuk meningkatkan sirkulasi udara dan mengurangi risiko penguapan tinta berlebih yang dapat menyebabkan noda.</p> <p>7. Memberikan insentif dan penghargaan kepada pekerja atau tim yang secara konsisten menjaga kebersihan area kerja serta menghasilkan cetakan bebas dari noda.</p>
--	--	---

Tabel 4. 16 Rencana Tindakan Perbaikan Pekerja *Finishing*

Jenis	5W+1H	Deskripsi/Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i>	Perbaikan proses kerja di bagian <i>finishing</i> dilakukan untuk mengendalikan penggunaan lem, melalui pengaturan jumlah dan lokasi aplikasi lem, pelatihan bagi pekerja, serta penerapan prosedur kerja dan inspeksi yang sesuai standar, dengan tujuan mengurangi kerugian akibat kelebihan lem.
Alasan kegunaan	<i>Why</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menekan jumlah cacat produk secara signifikan, sehingga memberikan kontribusi pada penghematan biaya produksi dan pengurangan pemborosan. 2. Mengubah proses produksi berjalan sesuai dengan standar mutu yang telah ditentukan. 3. Meningkatkan kesadaran serta rasa tanggung jawab pekerja terhadap kualitas hasil produksi, sehingga produktivitas dan reputasi perusahaan tetap terjaga dengan optimal.
Lokasi	<i>Where</i>	Tempat produksi <i>inner box</i> PT. Arsindo Mulya Tama
Urutan	<i>When</i>	Sebelum melakukan proses produksi
Orang	<i>Who</i>	Pekerja bagian <i>finishing</i>
Mode	<i>How</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan pelatihan teknis kepada pekerja bagian <i>finishing</i>, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Teknik pengaplikasian lem dengan jumlah yang tepat dan distribusi yang merata. - Penggunaan alat bantu seperti <i>nozzle lem</i> berkaliber kecil atau dispenser lem berbentuk <i>roll</i>.

		<p>2. Menyusun dan menerapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) terkait proses pengeleman, yang mencakup:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penyesuaian takaran lem berdasarkan ukuran dan jenis <i>inner box</i>. - Penetapan titik-titik aplikasi lem yang akurat untuk mencegah rembesan. <p>3. Penerapan prosedur pemeriksaan aplikasi lem oleh tim <i>Quality Control (QC)</i>, yang meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inspeksi visual untuk mendeteksi sisa atau tumpahan lem pada bagian luar <i>inner box</i>. - Penolakan terhadap produk yang ditemukan memiliki noda atau bekas lem berlebih. <p>4. Menyediakan alat bantu tambahan, seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alat pengatur tekanan atau volume lem untuk aplikasi otomatis atau manual. - Kain pembersih atau pelarut khusus untuk segera membersihkan kelebihan lem setelah aplikasi. <p>5. Melakukan pengawasan intensif pada awal <i>shift</i> kerja, mengingat risiko kesalahan lebih tinggi akibat menurunnya fokus pekerja.</p> <p>6. Melakukan perbaikan pada kondisi lingkungan kerja, seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menjaga kestabilan suhu dan kelembapan ruangan agar lem tidak cepat mengering sebelum tahap pelipatan. - Penambahan <i>exhaust fan</i> dan ventilasi agar aroma lem tidak mengganggu konsentrasi pekerja.
--	--	--

4.2.5. Tahap *Control*

Tahap ini adalah tahap akhir dari proses analisis dalam proyek *Six Sigma DMAIC*, yang menitikberatkan pada pendokumentasian dan penyebaran hasil dari tindakan yang telah dilakukan, meliputi:

- 1) Melakukan pengecekan secara menyeluruh terhadap bahan baku kertas pada saat proses penerimaan barang dari truk pengangkut, serta memastikan proses penyimpanan di gudang dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku guna menjaga kualitas bahan baku.

- 2) Mengawasi aktivitas kerja karyawan selama proses produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan.
- 3) Melaksanakan perawatan dan perbaikan mesin secara rutin sebagai tindakan preventif untuk mencegah kerusakan yang dapat menghambat kelancaran proses produksi.
- 4) Mencatat seluruh cacat produk yang dihasilkan setiap hari berdasarkan jenis kerusakannya, yang dilakukan oleh masing-masing karyawan dalam proses produksi, sebagai bahan evaluasi untuk peningkatan kualitas kerja.
- 5) Melaksanakan evaluasi dan periodik terhadap data produksi yang telah dikumpulkan, guna mengidentifikasi tren permasalahan serta menentukan langkah-langkah perbaikan berkelanjutan.
- 6) Menyusun laporan hasil pengawasan yang berisi temuan-temuan di lapangan serta rekomendasi perbaikan, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial.
- 7) Melakukan pengawasan terhadap faktor lingkungan kerja, termasuk penambahan *exhaust fan* pada area produksi yang memiliki suhu panas, guna meningkatkan sirkulasi udara dan kenyamanan kerja.

4.3 Analisa dan Interpretasi

4.3.1 Analisis Tahap *Define*

PT. Arsindo Mulya Tama didirikan pada tahun 2015 dan bergerak di bidang percetakan serta penyediaan produk umum. Berlokasi di Jalan Raya Soekarno-Hatta No.7, Cepiring, Kendal, Jawa Tengah, perusahaan ini telah berkontribusi dalam industri percetakan *box* dan *inner box* untuk berbagai merek di Indonesia sejak awal berdirinya. Fokus utama perusahaan adalah memproduksi kemasan dalam (*inner box*) dengan kualitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan pasar nasional. Tahap *Define* dalam metodologi *Six Sigma* merujuk pada proses pendefinisian masalah terkait kualitas produk. Pada tahap ini, diketahui bahwa rata-rata jumlah cacat produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama, yang dihitung dari total produksi antara bulan Maret 2024 hingga Februari 2025 adalah sebesar

3,04%. Persentase ini melebihi batas maksimal kecacatan yang ditetapkan perusahaan, yaitu sebesar 2%. Ketidakmampuan mempertahankan tingkat kecacatan di bawah batas tersebut berdampak signifikan terhadap biaya produksi, efisiensi waktu, dan manajemen mutu perusahaan.

Kondisi ini menunjukkan bahwa kecacatan dalam produksi meningkatkan biaya dan memperlambat proses karena adanya kebutuhan untuk melakukan perbaikan atau produksi ulang. Oleh karena itu, PT. Arsindo Mulya Tama perlu mengambil langkah-langkah peningkatan kualitas produk secara konsisten untuk meminimalkan kerugian. Dalam tahap *Define*, salah satu aktivitas penting adalah menetapkan *Critical to Quality* (CTQ), yang merupakan faktor-faktor yang dianggap penting oleh konsumen dalam menilai kualitas produk. Langkah awal dalam tahap ini adalah menetapkan prioritas proses produksi yang akan diperbaiki, memilih CTQ untuk memahami kebutuhan pelanggan, serta membuat jadwal produksi, peta proses, dan identifikasi area kritis yang mempengaruhi CTQ. Sebelum perbaikan dilakukan, diperlukan pemetaan proses untuk memahami alur kerja yang ada. Pemetaan ini menampilkan hubungan antar langkah produksi, ketergantungan antar proses, serta dampaknya terhadap kualitas produk. Diagram proses ini menggambarkan proses pencitraan produk mulai dari pemasok (*supplier*) hingga diterima oleh pelanggan.

Dalam konteks produksi *inner box*, pemasok berperan penting dalam menyediakan bahan baku seperti kertas, karton, tinta, dan bahan *finishing*. Beberapa pemasok utama PT. Arsindo Mulya Tama antara lain PT. Kertas Padalarang, PT. Kemasindo, PT. Grup Pura, PT. Anugrah Sentosa Mandiri, dan PT. Cipta Kemas Abadi. *Input* yang diterima berupa bahan baku berkualitas, yang selanjutnya diproses melalui beberapa tahap produksi. Tahapan produksi di PT. Arsindo Mulya Tama diawali dengan persiapan bahan, pengecekan desain, pencetakan menggunakan mesin cetak empat warna, pembuatan pola potong, serta pengeleman dan pengecekan warna. Setiap tahapan memerlukan ketelitian untuk memastikan hasil sesuai spesifikasi. Proses berlanjut ke tahap *trimming*, pengecekan kualitas akhir, dan pengemasan. Inspeksi ketat di setiap tahapan bertujuan untuk mendeteksi dan memperbaiki cacat sebelum produk dikirimkan kepada pelanggan. Produk

akhir berupa *inner box* diproduksi berdasarkan sistem *Make to Order* (MTO), yang berarti produksi dilakukan sesuai pesanan pelanggan. Beberapa pelanggan tetap PT. Arsindo Mulya Tama meliputi PT. GS Baterai, PT. Serelia Prima Nutrisia, PT. Wadimor, dan PT. Kenda. Untuk menjaga kepuasan pelanggan, perusahaan harus memenuhi karakteristik kualitas atau CTQ yang telah diidentifikasi.

Berdasarkan hasil observasi, ditemukan tiga faktor CTQ utama dalam produksi *inner box*, yaitu: sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem. Masing-masing jenis kecacatan ini memiliki penyebab dan dampak yang berbeda terhadap kualitas produk. Pertama, sobek kertas terjadi akibat pemotongan yang tidak optimal, mesin cetak yang tidak terkalibrasi dengan baik, penggunaan tinta yang terlalu basah, atau teknik pelipatan dan pengeleman yang salah. Faktor-faktor ini menyebabkan kertas menjadi rapuh dan mudah sobek. Kedua, noda kertas disebabkan oleh distribusi tinta yang tidak merata, penggunaan tinta berkualitas rendah, pengaturan mesin yang tidak sesuai, serta proses pengeringan yang tidak sempurna. Bercak atau noda pada hasil cetak mengurangi estetika dan kualitas produk. Ketiga, kelebihan lem muncul akibat aplikasi lem yang berlebihan, tekanan mesin yang tidak terkontrol, atau penggunaan lem berkualitas rendah. Kesalahan ini dapat menyebabkan lem merembes dan merusak tampilan *inner box*.

Setelah mengidentifikasi jenis-jenis cacat ini, analisis lebih lanjut dilakukan untuk memahami frekuensi dan dampak masing-masing kecacatan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menurunkan tingkat kecacatan produk, menghemat biaya produksi, meningkatkan efisiensi kerja, serta memperkuat kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan. Dengan demikian, ketiga CTQ tersebut menjadi indikator utama yang akan digunakan dalam perhitungan DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) untuk mengukur kinerja kualitas di PT. Arsindo Mulya Tama.

4.3.2 Analisis Tahap *Measure*

Pada tahap pengukuran (*Measure*), dilakukan analisis secara sistematis untuk mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) yang memiliki pengaruh terhadap memenuhi permintaan pelanggan, serta untuk menemukan calon CTQ yang berpotensi menyebabkan kegagalan dalam memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan oleh pelanggan. Dalam proses ini, digunakan diagram pareto sebagai

alat bantu untuk memetakan dan menentukan prioritas kemungkinan CTQ berdasarkan frekuensi atau dampak kerusakan yang terjadi. Selanjutnya dihitung nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO), tingkat (DPMO) dan tingkat sigma perusahaan guna memancarkan kinerja kualitas proses produksi. Selain itu, peta kendali (*control chart*) diterapkan untuk menyatukan jumlah produk cacat dalam setiap periode produksi, sekaligus menilai kapabilitas proses secara keseluruhan. Analisis ini menjadi dasar penting untuk memahami sejauh mana konsistensi dan efektivitas proses produksi dalam memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan.

A. Analisis CTQ Potensial Dan Diagram Pareto

Diagram Pareto disusun setelah dilakukan pelacakan data cacat pada produk *inner box* selama 12 bulan, yaitu dari Maret 2024 hingga Februari 2025, dengan tujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan *Critical to Quality* (CTQ) berdasarkan bentuk kesalahan yang paling dominan. Berdasarkan data pada Gambar 4.14, dari total produksi sebanyak 916.200 unit, cacat sobek kertas menjadi jenis kerusakan yang paling dominan dengan jumlah produk cacat mencapai 9.854 unit. Jenis cacat berikutnya adalah noda pada kertas, yang menyebabkan 9.028 produk cacat dengan tingkat kumulatif sebesar 68%. Selain itu, kecacatan akibat kelebihan lem sebesar 8.796 produk cacat, sehingga tingkat kumulatif mencapai 100%, dengan kontribusi sebesar 32% terhadap total keseluruhan cacat.

B. Analisis DPMO Dan Nilai Sigma

Dengan menggunakan atribut data, dilakukan perhitungan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) dan level sigma untuk produk *inner box*. Rasio kesalahan per sejuta peluang dihitung berdasarkan nilai DPMO tersebut. Data yang digunakan meliputi statistik produksi dan jumlah cacat selama 12 bulan, dengan total produksi sebanyak 916.200 unit dan cacat sebanyak 27.678 unit. Berdasarkan hasil analisis, perusahaan memiliki probabilitas cacat sebesar 10.119,22 per satu juta peluang, dengan tingkat sigma sebesar 3,83. Nilai DPMO tertinggi, yaitu sebesar 12.775,24 dengan tingkat sigma 3,73, tercatat pada bulan Oktober 2024, yang disebabkan oleh tingginya jumlah produk cacat yang dihasilkan pada periode

tersebut. Penerapan pengendalian kualitas secara terus-menerus diharapkan mampu mengurangi nilai DPMO dan meningkatkan level sigma perusahaan.

C. Analisis Peta Kendali

Peta kendali P, yang juga dikenal sebagai *P-chart*, digunakan sebagai alat kendali dalam penelitian ini. Peta kendali P dipilih karena karakteristik fisik produk *inner box* memerlukan pengumpulan data jenis cacat, dengan jumlah barang cacat yang bervariasi tergantung pada ukuran sampel harian. Perhitungan peta kendali P dilakukan dengan menetapkan nilai CL (*Central Line*), UCL (*Upper Control Limit*), dan LCL (*Lower Control Limit*). Data dari periode 12 bulan yang diolah, menghasilkan nilai CL sebesar 0,0302, sementara nilai UCL dan LCL bervariasi setiap periode karena perbedaan ukuran sampel. Analisisnya menunjukkan 3 titik dalam batas kendali, 6 titik melebihi UCL, dan 3 titik di bawah LCL. Penyimpangan di luar batas kendali ini menandakan proses produksi belum sepenuhnya terkendali, yang berpotensi menyebabkan produk cacat atau tidak sesuai standar. Untuk memperbaiki kondisi tersebut, data di luar batas kendali dihapus agar peta kendali mencerminkan proses yang lebih stabil. Setelah penghapusan data *out of control* dan perhitungan ulang, nilai CL menjadi 0,0304, dengan batas UCL dan LCL yang masih bervariasi setiap periode. Analisis selama 3 bulan pasca perbaikan menunjukkan titik ketiga data berada dalam batas kendali.

D. Analisis Kapabilitas Proses

Berdasarkan hasil perhitungan nilai Cp dan Cpk pada proses produksi *inner box*, diperoleh batas spesifikasi atas (USL) dan batas spesifikasi bawah (LSL) yang ditetapkan perusahaan, yaitu antara 2% hingga 4%, sebagai acuan agar proses produksi memenuhi standar yang diharapkan. Hasil perhitungan menunjukkan nilai Cp sebesar 0,236672 dan Cpk sebesar 1,0255789329. Nilai Cp yang kurang dari 1 menunjukkan bahwa proses produksi *inner box* belum sepenuhnya berada dalam rentang spesifikasi yang ditentukan. Namun, nilai Cpk yang lebih dari 1 menunjukkan bahwa proses produksi masih mampu menghasilkan produk sesuai dengan persyaratan kualitas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa produksi *inner box* telah memenuhi spesifikasi dalam menghasilkan produk yang sesuai standar perusahaan.

4.3.3 Analisis Tahap *Analyze*

Mengidentifikasi penyebab utama dari suatu permasalahan dan mengambil tindakan untuk mengatasinya merupakan dua langkah krusial dalam menemukan solusi yang efektif. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis ini adalah diagram sebab-akibat, atau yang sering disebut diagram tulang ikan. Teknik ini dipakai untuk menyalakan berbagai faktor dalam proses produksi, termasuk elemen manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Diagram *fishbone* berperan dalam mengidentifikasi berbagai penyebab yang berpotensi menimbulkan kesalahan atau cacat pada produk. Adapun hasil analisis diagram tulang ikan yang pemetaan penyebab dari masing-masing jenis kecacatan, yaitu sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem, akan dibahas pada bagian berikut ini.

A. Analisis Diagram *Fishbone* Sobek Kertas

Variabel-variabel yang menjadi penyebab kecacatan sobek kertas dijelaskan menggunakan diagram *fishbone*, yang mencakup faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

1) Faktor Manusia

Berdasarkan hasil analisis, rendahnya tingkat kontrol oleh operator disebabkan oleh kurangnya ketelitian serta lemahnya rasa tanggung jawab dalam menjalankan tugas. Kondisi ini diperparah dengan keterampilan operator yang kurang optimal, yang merupakan akibat dari terbatasnya kegiatan sosialisasi serta minimnya program pelatihan yang diberikan oleh perusahaan. Selain itu, terjadinya kelalaian pada pekerja juga menjadi faktor penyumbang kecacatan, yang dipengaruhi oleh kurangnya konsentrasi, sikap terburu-buru dalam menyelesaikan pekerjaan, serta kondisi kelelahan yang dialami selama proses produksi. Di sisi lain, keterbatasan pengetahuan pekerja terhadap mesin juga menjadi permasalahan, yang terutama disebabkan oleh tidak adanya pengalaman kerja yang memadai pada pekerja baru. Faktor-faktor tersebut secara keseluruhan menunjukkan bahwa aspek sumber daya manusia perlu mendapat perhatian lebih melalui peningkatan pelatihan, pengawasan, serta manajemen beban kerja untuk memastikan kualitas produksi yang optimal.

2) Faktor Mesin

Berdasarkan hasil analisis, kondisi *filter* mesin yang kotor disebabkan oleh adanya penyumbatan kotoran pada selang tinta, yang menghambat aliran tinta secara normal. Selain itu, terjadinya penyumbatan pada mesin *anilox* juga disebabkan oleh proses sirkulasi tinta yang belum berjalan secara optimal. Kedua permasalahan ini menunjukkan bahwa sistem sirkulasi tinta memerlukan perbaikan dan perawatan rutin untuk mencegah penumpukan kotoran, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kualitas hasil produksi.

3) Faktor Metode

Dalam metode analisis faktor yang diketahui, ketidaksesuaian tata letak disebabkan oleh kesalahan dalam proses pemasangan serta kurang efektifnya komunikasi antar pekerja, yang mengakibatkan ketidakteraturan dalam alur kerja produksi. Selain itu, ketidaktepatan prosedur dalam pengoperasian mesin juga teridentifikasi, yang disebabkan oleh ketidakcocokan antara penyetelan *silinder dies* dan *impressi roll*. Permasalahan-permasalahan ini menunjukkan bahwa penerapan metode kerja yang kurang tepat dapat berdampak langsung terhadap kelancaran operasional, sehingga diperlukan perbaikan dalam prosedur kerja serta peningkatan koordinasi antar pekerja untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

4) Faktor Material

Dalam analisis faktor material, ketidaksesuaian cairan tinta disebabkan oleh adanya gumpalan pada tinta serta tingkat kekentalan yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan, sehingga berdampak pada kualitas hasil cetak. Selain itu, ketidaksesuaian ukuran *sheet* juga ditemukan, yang terjadi akibat kesalahan dalam penyediaan bahan serta adanya variasi jenis bahan yang digunakan dalam proses produksi. Permasalahan terkait material ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas bahan baku perlu diperketat, baik dari segi spesifikasi teknis maupun konsistensi jenis material, untuk memastikan hasil produksi sesuai dengan standar yang diharapkan.

5) Faktor Lingkungan

Dalam analisis faktor lingkungan, tingkat gangguan yang tinggi pada area produksi disebabkan oleh suara bising yang dihasilkan mesin selama proses produksi berlangsung, yang dapat mengganggu konsentrasi pekerja. Selain itu, kurangnya pencahayaan di area kerja juga teridentifikasi, yang disebabkan oleh kondisi lampu penerangan yang redup sehingga mengurangi visibilitas saat bekerja. Faktor lingkungan lainnya adalah suhu ruangan yang panas dan kurangnya sirkulasi udara, yang disebabkan oleh terbatasnya jumlah *blower* atau kipas serta ukuran ventilasi udara yang terlalu kecil di area produksi. Kondisi lingkungan kerja yang kurang mendukung ini perlu mendapatkan perhatian serius untuk meningkatkan kenyamanan, keselamatan, dan produktivitas pekerja.

B. Analisis Diagram *Fishbone* Noda Kertas

Variabel-variabel yang menjadi penyebab kecacatan noda kertas dijelaskan menggunakan diagram *fishbone*, yang mencakup faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

1) Faktor Manusia

Dalam analisis faktor manusia, rendahnya keterampilan operator disebabkan oleh kurangnya sosialisasi terkait penggunaan warna cat, yang mengakibatkan ketidaktepatan dalam prosedur penerapan. Selain itu, kurangnya fokus pekerja juga menjadi faktor penyebab, yang dipengaruhi oleh banyaknya beban pikiran serta tekanan yang diberikan oleh atasan, sehingga mengurangi konsentrasi dan kualitas kerja. Faktor kedua ini menunjukkan bahwa peningkatan komunikasi, pelatihan, serta pengelolaan stres yang lebih baik bagi pekerja sangat diperlukan untuk meningkatkan keterampilan dan kinerja dalam proses produksi.

2) Faktor Mesin

Dalam analisis faktor mesin, kondisi *filter* mesin yang kotor disebabkan oleh terjadinya penyumbatan kotoran pada selang tinta, yang menghambat kelancaran aliran tinta dalam proses produksi. Selain itu, keausan pada *roll* mesin juga teridentifikasi, yang disebabkan oleh tidak dilakukannya pengecekan mesin secara rutin serta belum adanya jadwal perawatan yang terorganisasi dengan baik. Permasalahan-permasalahan ini menunjukkan bahwa pentingnya kepatuhan jadwal

pemeliharaan mesin yang terstruktur dan rutin untuk memastikan mesin beroperasi secara optimal dan menghindari kerusakan yang dapat mengganggu kelancaran produksi.

3) Faktor Metode

Dalam metode analisis faktor, kurangnya pemahaman terhadap *Standard Operating Procedure* (SOP) pemberian warna pada mesin SM 4 warna disebabkan oleh minimnya pelatihan yang diberikan kepada operator serta padatnya jadwal target produksi yang membatasi waktu untuk pembelajaran. Kondisi ini mengakibatkan ketidaktepatan dalam mengikuti prosedur yang telah ditetapkan, yang berpotensi mempengaruhi kualitas hasil produksi. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dalam manajemen waktu serta peningkatan program pelatihan untuk memastikan pemahaman yang lebih baik terhadap SOP dan meningkatkan kualitas operasional mesin.

4) Faktor Material

Dalam analisis faktor material, kelembaban pada kertas terjadi akibat suhu penguapan yang terlalu rendah serta kesalahan dalam pengaturan oleh pekerja, yang mengakibatkan ketidaksesuaian kualitas kertas. Selain itu, penggunaan *blanket* UV juga berkontribusi pada masalah ini, menyebabkan kertas terlipat karena kondisi kertas tidak diperiksa terlebih dahulu sebelum proses dilakukan. Faktor kedua ini menunjukkan pentingnya pengaturan yang tepat terhadap suhu dan pemeriksaan material sebelum digunakan untuk memastikan kualitas kertas tetap terjaga selama proses produksi.

5) Faktor Lingkungan

Dalam analisis faktor lingkungan, tingginya suhu ruangan dan buruknya sirkulasi udara di area produksi disebabkan oleh jumlah *blower* atau kipas yang tidak mencukupi, ukuran ventilasi udara yang kecil, serta ketidakstabilan perubahan suhu di area produksi. Kondisi ini menciptakan lingkungan kerja yang kurang nyaman dan dapat mempengaruhi kenyamanan serta kinerja pekerja. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dalam sistem ventilasi dan pengaturan suhu untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih optimal dan mendukung produktivitas yang lebih baik.

C. Analisis Diagram *Fishbone* Kelebihan Lem

Variabel-variabel yang menjadi penyebab kecacatan kelebihan lem dijelaskan menggunakan diagram *fishbone*, yang mencakup faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

1) Faktor Manusia

Dalam analisis faktor manusia, minimnya keterampilan operator disebabkan oleh kurangnya sosialisasi yang memadai serta terbatasnya program pelatihan yang tersedia bagi pekerja, yang menghambat penguasaan keterampilan yang diperlukan dalam proses produksi. Selain itu, ketidakfokusan pekerja dalam menjalankan tugas juga disebabkan oleh beban pikiran yang berlebihan dan tekanan dari atasan selama proses kerja, yang mengurangi konsentrasi dan berdampak pada kualitas hasil pekerjaan. Oleh karena itu, peningkatan komunikasi, pelatihan yang lebih intensif, serta pengelolaan beban kerja yang lebih baik sangat diperlukan untuk mendukung peningkatan kinerja dan keterampilan operator.

2) Faktor Mesin

Dalam analisis faktor mesin, kondisi *filter* mesin yang kotor disebabkan oleh penyumbatan kotoran pada selang tinta, yang menghambat aliran tinta dan mengurangi efisiensi mesin. Sementara itu, kotoran pada *roll* juga terjadi akibat adanya sisa lem yang tidak dibersihkan secara optimal, yang dapat mempengaruhi kualitas cetakan dan kinerja mesin. Kedua permasalahan ini menunjukkan bahwa pentingnya perawatan dan pembersihan mesin yang rutin dan menyeluruh untuk memastikan mesin beroperasi dengan baik dan menghasilkan produk yang berkualitas.

3) Faktor Metode

Dalam metode analisis faktor, tekanan *roll* yang rendah disebabkan oleh pemasangan yang kurang kencang serta lemahnya komunikasi antar pekerja, yang mengakibatkan ketidaksesuaian dalam proses operasional. Pemasangan yang tidak tepat dapat mempengaruhi kualitas hasil produksi, sementara mengganggu koordinasi antar pekerja dalam memperbaiki situasi tersebut. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan dalam prosedur pemasangan dan komunikasi antar tim untuk memastikan proses produksi berjalan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

4) Faktor Material

Dalam analisis faktor material, kondisi kertas yang basah disebabkan oleh paparan udara yang berlebihan serta penyimpanan yang tidak memenuhi standar, yang mengakibatkan penurunan kualitas kertas. Selain itu, viskositas lem yang terlalu encer juga terdeteksi, yang disebabkan oleh suhu pemanasan yang terlalu rendah serta kesalahan dalam pengaturan oleh pekerja. Kedua keadaan ini menunjukkan bahwa pengelolaan material yang tidak tepat dapat berdampak negatif pada kualitas produk, sehingga diperlukan pengawasan yang lebih ketat terhadap kondisi penyimpanan dan proses pemanasan untuk memastikan kualitas material tetap terjaga.

5) Faktor Lingkungan

Dalam analisis faktor lingkungan, kurangnya pencahayaan pada ruangan disebabkan oleh kondisi lampu yang redup, yang menghambat kecerahan penglihatan dan dapat mempengaruhi kenyamanan serta konsentrasi pekerja. Kurangnya pencahayaan yang memadai dapat menyebabkan kesulitan dalam melihat detail pekerjaan dan meningkatkan risiko kesalahan, sehingga perlu adanya perbaikan dalam sistem pencahayaan di area kerja untuk menciptakan lingkungan yang lebih mendukung produktivitas dan keselamatan pekerja.

D. Analisis FMEA

Analisis FMEA terhadap cacat sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem menunjukkan bahwa penyebab utama dari risiko tertinggi berasal dari faktor manusia. Pada cacat sobek kertas, nilai RPN tertinggi sebesar 294 disebabkan oleh kurangnya pengetahuan pekerja dalam mengoperasikan mesin, yang berujung pada kesalahan operasional dan lambatnya penanganan masalah teknis. Hal serupa juga ditemukan pada cacat noda kertas, di mana kurangnya keterampilan operator menyebabkan kesalahan dalam pengaturan mesin dan rendahnya ketelitian selama proses produksi, dengan nilai RPN tertinggi yang sama, yaitu 294. Sementara itu, pada cacat kelebihan lem, nilai RPN tertinggi tercatat sebesar 180, dipengaruhi oleh kurangnya fokus pekerja, kondisi *filter* mesin yang kotor, serta pencahayaan yang tidak memadai di area kerja. Berdasarkan hasil ini, penyebab yang menghasilkan nilai RPN tertinggi berasal dari keterbatasan kompetensi dan perhatian operator,

sehingga perlu menjadi fokus utama dalam upaya perbaikan untuk menekan jumlah produk cacat dan meningkatkan kualitas secara menyeluruh.

4.3.4 Analisis Tahap *Improve*

Pemilihan tindakan korektif dilakukan pada tahap perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi kesalahan. Setiap elemen yang berkontribusi terhadap cacat produk dinilai dengan menggunakan RPN, yang ditentukan melalui analisis FMEA pada tahap analisis, sehingga dapat diketahui prioritas untuk menangani variabel yang menyebabkan kecacatan. Oleh karena itu, penerapan strategi perbaikan menjadi sangat krusial untuk mengurangi tingkat cacat produk sekaligus meningkatkan kualitasnya. Rencana tindakan korektif ini didasarkan pada analisis 5W+1H (apa, mengapa, dimana, kapan, siapa, bagaimana). Berdasarkan hasil analisis FMEA yang mengidentifikasi penyebab cacat produk, nilai RPN tertinggi menunjukkan area yang harus segera diperbaiki. Tujuan dari rencana tindakan korektif ini adalah untuk mengatasi kekurangan yang ditemukan pada produk *inner box*. Beberapa langkah korektif yang dapat diterapkan untuk mengatasi faktor manusia antara lain memberikan pelatihan teknis kepada pekerja di bagian pencetakan dan *finishing* sangat penting untuk meningkatkan kualitas hasil produksi serta meminimalkan risiko kerugian. Pada bagian pencetakan, pelatihan meliputi penanganan tinta dan pelarut secara aman, teknik pembersihan sisa tinta dari permukaan mesin, serta pentingnya menjaga kebersihan area kerja dan peralatan. Selain itu, pekerja juga dilatih mengenai cara mengatur tekanan dan posisi kertas pada mesin cetak, teknik penanganan kertas yang benar untuk menghindari sobekan, dan prosedur yang harus dilakukan untuk menghentikan serta memeriksa mesin ketika terjadi gangguan.

Pada bagian *finishing*, pelatihan teknis difokuskan pada pengaplikasian lem dengan jumlah yang tepat dan distribusi yang merata, serta pemanfaatan alat bantu seperti *nozzle* lem berkaliber kecil atau dispenser lem berbentuk *roll* untuk meningkatkan presisi. Melalui pelatihan yang menyeluruh ini, diharapkan pekerja dapat bekerja lebih terampil, teliti, dan efisien, sehingga kualitas produk dapat terjaga dan jumlah cacat produksi dapat ditekan secara signifikan. Peningkatan prosedur pemeriksaan awal (*pre-check*) sebelum produksi dilakukan dengan

mencakup pemeriksaan kondisi kertas agar tidak lembab dan tidak terlipat, serta pemeriksaan kondisi *roll* dan penjepitan pada mesin cetak. Selain itu, diterapkan SOP baru terkait kebersihan mesin, yang meliputi pembersihan permukaan *roll*, pelat cetak, dan meja kerja sebelum dan sesudah pergantian *shift*. Pengecekan kondisi tinta dan pelarut sebelum digunakan juga dilakukan untuk memastikan tidak terdapat partikel asing atau tinta yang mengering, serta memeriksa kertas sebelum masuk ke mesin guna memastikan bebas dari noda atau kerusakan awal. Dalam upaya memperbaiki proses produksi, perusahaan juga menyusun dan menerapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) terkait proses pengeleman, yang mencakup penyesuaian takaran lem berdasarkan ukuran dan jenis *inner box*, serta menetapkan titik-titik aplikasi lem yang akurat untuk mencegah terjadinya rembesan.

Prosedur pengaplikasian lem dengan alat *noozle* diperkuat, disertai pemeriksaan oleh tim *Quality Control* (QC) melalui inspeksi visual untuk memastikan tidak ada sisa atau tumpahan lem pada bagian luar *inner box*, serta menolak produk yang menunjukkan noda atau bekas lem berlebih. Untuk mendukung kelancaran proses ini, disediakan pula alat bantu tambahan seperti alat pengatur tekanan atau volume lem untuk aplikasi otomatis atau manual, serta kain pembersih atau pelarut khusus untuk segera membersihkan kelebihan lem setelah aplikasi. Di sisi lain, perbaikan kondisi lingkungan kerja dilakukan melalui penambahan fasilitas pendukung seperti pemasangan *exhaust fan* untuk meningkatkan sirkulasi udara dan menurunkan suhu di area produksi, pemantauan suhu kerja secara berkala untuk memastikan kenyamanan dan keselamatan lingkungan kerja, peningkatan pencahayaan alami maupun buatan agar pekerja dapat bekerja dengan lebih fokus dan teliti.

4.3.5 Analisis Tahap *Control*

Tahap kontrol adalah fase terakhir dalam proses analisis proyek *Six Sigma* DMAIC yang menitikberatkan pada pendokumentasian serta distribusi hasil dari tindakan yang telah dilakukan. Pada tahap ini, beberapa langkah penting dilakukan, antara lain pengecekan menyeluruh terhadap bahan baku kertas pada saat proses penerimaan barang dan memastikan penyimpanan di gudang sesuai prosedur untuk

menjaga kualitas bahan baku. Pengawasan terhadap aktivitas kerja karyawan juga dilakukan untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas perusahaan. Selain itu, perawatan dan perbaikan mesin dilakukan secara berkala sebagai upaya preventif agar kelancaran proses produksi tetap terjaga. Setiap cacat produk yang dihasilkan dicatat setiap hari berdasarkan jenis kerusakannya oleh masing-masing karyawan, sebagai bahan evaluasi untuk peningkatan kualitas kerja. Evaluasi data produksi secara periodik dilakukan untuk mengidentifikasi tren permasalahan dan menentukan langkah-langkah perbaikan berkelanjutan. Laporan hasil pengawasan yang berisi temuan di lapangan dan rekomendasi perbaikan disusun untuk menjadi dasar pengambilan keputusan manajerial. Hasil pengawasan dan evaluasi kemudian disosialisasikan kepada seluruh pihak terkait untuk memastikan kesamaan pemahaman dan komitmen dalam menjaga kebersamaan serta efisiensi proses produksi. Terakhir, pengawasan terhadap faktor lingkungan kerja juga dilakukan, termasuk penambahan *exhaust fan* di area produksi dengan suhu panas, untuk meningkatkan sirkulasi udara dan kenyamanan kerja.

4.4 Pembuktian Hipotesa

Hipotesis yang telah dikemukakan sebelumnya menyatakan bahwa proses produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama cenderung mengalami tingkat cacat yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk cetakan lainnya. Kecacatan yang sering ditemukan meliputi kerusakan berupa sobekan pada kertas, noda, kelebihan lem, serta ketidaksesuaian kualitas produk terhadap spesifikasi yang ditetapkan dan ekspektasi pelanggan. Kondisi ini menunjukkan adanya permasalahan yang signifikan dalam sistem pengendalian kualitas perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses produksi *inner box* dengan mengidentifikasi jenis cacat yang paling dominan, menelusuri akar penyebab, serta menyusun rekomendasi perbaikan guna meningkatkan kualitas produk. Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 4.13 dan Tabel 4.3, ditemukan nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan sigma yang menunjukkan ketidakstabilan dalam pencapaian kualitas proses produksi.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk menganalisis kuantitas cacat dalam proses produksi *inner box*. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yang telah dikaji sebelumnya melalui analisis diagram *fishbone*.

Hasil analisis FMEA mengungkapkan bahwa cacat sobekan kertas memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu 294, yang disebabkan oleh faktor manusia, khususnya kurangnya pemahaman operator mengenai cara mengoperasikan mesin produksi. Sementara itu, kecacatan berupa noda pada kertas juga mencatatkan nilai RPN sebesar 294, dengan penyebab utama adalah rendahnya keterampilan operator. Kecacatan akibat kelebihan lem memiliki nilai RPN sebesar 180, yang disebabkan oleh gabungan faktor manusia (kurangnya konsentrasi pekerja), faktor mesin (*filter* mesin yang kotor), dan faktor lingkungan (pencahayaan yang kurang memadai).

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa hipotesis yang diajukan pada awal penelitian telah terbukti, dan pendekatan analitis yang diterapkan berhasil mengidentifikasi akar permasalahan serta memberikan arahan solusi terhadap masalah pengendalian kualitas dalam proses produksi *inner box* di PT. Arsindo Mulya Tama.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, kesimpulan dari penelitian di PT. Arsindo Mulya Tama adalah sebagai berikut:

1. Untuk jenis-jenis kecacatan produk pada proses produksi *inner box* pada PT. Arsindo Mulya Tama adalah cacat cetakan, noda kertas, dan kelebihan lem. Berdasarkan analisis diagram *fishbone* terhadap kecacatan sobek kertas, noda kertas, dan kelebihan lem dalam proses pencetakan *inner box*, ditemukan bahwa penyebab utama berasal dari lima faktor: manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Faktor manusia diidentifikasi dari kurangnya keterampilan dan konsentrasi operator akibat minimnya pelatihan dan tekanan kerja yang tinggi. Faktor mesin terkait dengan kurangnya perawatan rutin pada *filter* dan *roll*, yang mengganggu aliran tinta dan proses produksi. Pada faktor metode, ketidaksesuaian dalam pemasangan dan pengoperasian mesin serta lemahnya koordinasi antar pekerja menjadi penyebab utama. Faktor material meliputi masalah kualitas tinta, ukuran, dan kelembaban kertas, serta viskositas lem yang tidak sesuai standar. Di sisi lingkungan, gangguan seperti pencahayaan yang buruk, suhu ruangan yang tinggi, dan sirkulasi udara yang tidak memadai turut mempengaruhi kinerja. Untuk mengurangi kecacatan, diperlukan perbaikan dalam pelatihan, perawatan mesin, pengawasan bahan baku, serta peningkatan kondisi lingkungan kerja yang mendukung produktivitas.
2. Berdasarkan hasil perhitungan FMEA, diketahui bahwa jenis kecacatan berupa sobekan pada kertas memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu sebesar 294, yang diidentifikasi disebabkan oleh kurangnya pemahaman operator terhadap cara kerja mesin produksi. Jenis kecacatan lainnya, yaitu noda pada kertas, juga mencatatkan nilai RPN sebesar 294, dengan penyebab utama adalah rendahnya keterampilan operator dalam menjalankan proses produksi. Sementara itu, kecacatan kelebihan lem

memperoleh nilai RPN 180, yang dipengaruhi oleh kombinasi beberapa faktor, yakni faktor manusia (kurangnya fokus saat bekerja), faktor mesin (kondisi filter mesin yang kotor), serta faktor lingkungan (pencahayaannya area kerja yang tidak optimal). Dari hasil penelitian terhadap proses produksi *inner box* selama periode Maret 2024 hingga Februari 2025, tercatat bahwa jumlah produk cacat mencapai 27.678 unit dari total 916.200 unit produksi. Jenis kecacatan yang paling dominan adalah sobekan kertas, diikuti oleh noda dan kelebihan lem, sebagaimana diilustrasikan dalam analisis Diagram Pareto. Perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) menunjukkan rata-rata sebesar 10.119,22, dengan tingkat sigma sebesar 3,83, yang mengindikasikan masih terdapat ruang untuk peningkatan kualitas dalam proses produksi. Lebih lanjut, analisis hasil menggunakan peta kendali P menunjukkan bahwa proses produksi belum sepenuhnya berada dalam kondisi stabil, karena terdapat beberapa titik data yang berada di luar batas kendali. Namun setelah dilakukan revisi terhadap data out of control, kondisi proses mengalami perbaikan yang signifikan dengan seluruh titik data kembali berada dalam batas kendali. Selain itu, analisis kapabilitas proses menunjukkan bahwa nilai C_p sebesar 0,236672 menunjukkan proses masih belum optimal dalam memenuhi batas spesifikasi, meskipun nilai C_{pk} sebesar 1,0255 menunjukkan bahwa proses produksi mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan standar kualitas perusahaan, secara keseluruhan masih terdapat variasi dalam proses tersebut. Namun, produksi *inner box* menunjukkan tren positif dalam memenuhi spesifikasi mutu yang ditetapkan, sehingga masih terdapat peluang untuk melakukan perbaikan secara berkelanjutan.

3. Berdasarkan hasil identifikasi terhadap sumber cacat pada proses pencetakan *inner box*, rekomendasi tindakan korektif yang perlu diterapkan mencakup perbaikan pada aspek sumber daya manusia, prosedur operasional, dan lingkungan kerja. Pada aspek manusia, peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan teknis secara menyeluruh baik pada proses pencetakan maupun *finishing* menjadi hal penting untuk

meningkatkan keterampilan, ketelitian, dan efisiensi kerja. Pelatihan ini meliputi teknik penanganan tinta, pengaturan mesin, pengeleman yang presisi, serta prosedur penanganan gangguan mesin. Selain itu, perbaikan prosedur operasional dilakukan melalui pemeriksaan awal (*pre-check*) sebelum produksi, penyusunan dan penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) baru yang mencakup kebersihan mesin, penerapan kualitas bahan, dan akurasi aplikasi lem. Penguatan kontrol kualitas juga dilakukan dengan mengefektifkan inspeksi visual oleh tim *Quality Control* serta penggunaan alat bantu untuk mendeteksi dan mengukur kelebihan lem. Dari sisi lingkungan kerja, perbaikan dilakukan dengan menambah fasilitas pendukung seperti pemasangan exhaust fan untuk memperbaiki sirkulasi udara, meningkatkan pencahayaan area kerja, serta menjaga suhu ruang produksi guna menciptakan kondisi kerja yang lebih nyaman dan aman. Secara keseluruhan, rangkaian tindakan ini bertujuan untuk menekan angka kecacatan produk secara signifikan dan menjamin stabilitas kualitas hasil produksi *inner box* .

5.2 Saran

Berikut adalah rekomendasi dari penelitian ini bagi PT. Arsindo Mulya Tama guna meningkatkan kinerja perusahaan:

1. Manajemen kualitas dan pengendalian dalam proses produksi harus ditingkatkan sesuai dengan langkah-langkah yang disarankan, sehingga PT. Arsindo Mulya Tama dapat menetapkan sigma target yang selaras dengan target perusahaan.
2. Pengendalian bahan baku seperti tinta, kertas, dan lem perlu ditingkatkan di PT. Arsindo Mulya Tama untuk memastikan kualitas yang sesuai standar. Pengawasan ketat terhadap bahan baku ini akan mengurangi cacat produk dan memastikan kualitas yang lebih konsisten.
3. PT. Arsindo Mulya Tama harus segera mengambil langkah pencegahan untuk mengurangi jumlah produk cacat. Jika dibiarkan, hal ini dapat menyebabkan kerugian yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A. (1985). *Management Produksi Perencanaan Sistem Produksi*. Yogyakarta : BPFE UGM.
- Ahmad, F. (2019). Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm. *Jisi Um*, 6(1), 7. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/4061>
- Alfarizi, N., Noya, S., & Hadi, Y. (2023). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA untuk Mengurangi Reject Material Preform pada Industri AMDK. *Jurnal Sains Dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, 3(1), 01–12. <https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i1.41>
- Alijoyo, A., Wijaya, Q. B., & Jacob, I. (2020). Failure Mode Effect Analysis Analisis Modus Kegagalan dan Dampak RISK EVALUATION RISK ANALYSIS: Consequences Probability Level of Risk. *Crms*, 19.
- Anthony, M. B. (2018). Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.30656/intech.v4i1.851>
- Ariani. (2003). *Manajemen Kualitas: Pendekatan Sisi Kualitatif*. PT Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Asiva Noor Rachmayani. (2015). konsep quality control, serta peranannya dalam meningkatkan efisiensi produksi *Title*. 2, 6.
- Assauri, S. (2004). *Manajemen Produksi & Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Fauzi, Y. A., & Aulawi, H. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Peci Jenis Overset Yang Cacat Di Pd. Panduan Illahi Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Dan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea)". *Jurnal Kalibrasi*, 14(1), 29–34. <https://doi.org/10.33364/kalibrasi/v.14-1.331>
- Hidayatullah Elmas, M. S. (2017). Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Untuk Meminimumkan Produk

- Gagal Pada Toko Roti Barokah Bakery. *Wiga : Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi*, 7(1), 15–22. <https://doi.org/10.30741/wiga.v7i1.330>
- Idris, I., & Aditya Sari, R. (2016). Pengendalian Kualitas Tempe Dengan Metode Seven Tools. *Jurnal Teknovasi*, 03(1), 66–80.
- Izzah, N., & Rozi, M. F. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma-Dmaic Dalam Upaya Mengurangi Kecacatan Produk Rebana Pada Ukm Alfia Rebana Gresik. *Jurnal Ilmiah Soulmath : Jurnal Edukasi Pendidikan Matematika*, 7(1), 13–26. <https://doi.org/10.25139/smj.v7i1.1234>
- Nailah, Harsono, A., & Liansari, G. P. (2014). Usulan Perbaikan untuk Mengurangi Jumlah Cacat pada Produk Sandal Eiger S-101 Lightspeed dengan Menggunakan Metode Six Sigma. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(2), 256–267.
- Nasution, S., & Sodikin, R. D. (2018). Perbaikan Kualitas Proses Produksi Karton Box Dengan Menggunakan Metode DMAIC Dan Fuzzy FMEA. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(2), 36–46. <https://doi.org/10.32734/jsti.v20i2.488>
- Prawirosentono, S. (2002). *Filosofi Baru Tentang Manajemen Mutu Terpadu*. TQM Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Putri, A. S., & Sayfudin, A. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Benang TCM dengan Statistical Proses Control. *Jurnal SENOPATI : Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 4(1), 20–31. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2022.v4i1.3077>
- Radianza, J., & Mashabai, I. (2020). Analisa Pengendalian Kualitas Produksi Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Quality Di PT. Borsya Cipta Communica. *JITSA Jurnal Industri & Teknologi Samawa*, 1(1), 17–21.
- Rahman, A., & Perdana, S. (2021). Analisis Perbaikan Kualitas Produk Carton Box di PT XYZ Dengan Metode DMAIC dan FMEA. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(1), 33–37. <https://doi.org/10.30998/joti.v3i1.9287>
- Rimantho, D., & Athiyah. (2018). Analisis Kapabilitas Proses Untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah Di Industri Farmasi. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 1–8. <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.11.1.1-8>
- Sean P.Goffnett, C. (2004). Implications for Industry and Education. *Industrial*

Technology, 20(4), 1–10.

Suryoputro, M. R., Sugarindra, M., & Erfaisalsyah, H. (2017). Quality Control System using Simple Implementation of Seven Tools for Batik Textile Manufacturing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 215(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/215/1/012028>

Wahyuni, H. C., Sulistiyowati, W., & Khamim, M. (2015). Pengendalian kualitas. *Aplikasi Pada Industri Jasa Dan Manufaktur Dengan Lean, Six Sigma Dan Servqual*. Penerbit: Graha Ilmu.

Wardana, A. P. (2023). Penerapan Dmaic Dan Fmea Untuk Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Kertas Perusahaan Percetakan Pt.Xyz. *Jurnal SENOPATI : Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, 5(1), 47–55. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2023.v5i1.4562>

