

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK SILINDER
HIDROLIK PADA PROSES *PAINTING* DENGAN METODE
SIX SIGMA DI *HYDRAULIC PLANT* PT
KOMATSU INDONESIA**

Kerja Praktik



**ANGELA REGINE MUTIARAPUTI
I0320009**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2023**

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK SILINDER
HIDROLIK PADA PROSES *PAINTING* DENGAN METODE
SIX SIGMA DI *HYDRAULIC PLANT* PT
KOMATSU INDONESIA**

Kerja Praktik



**ANGELA REGINE MUTIARAPUTI
I0320009**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Laporan Kerja Praktik:

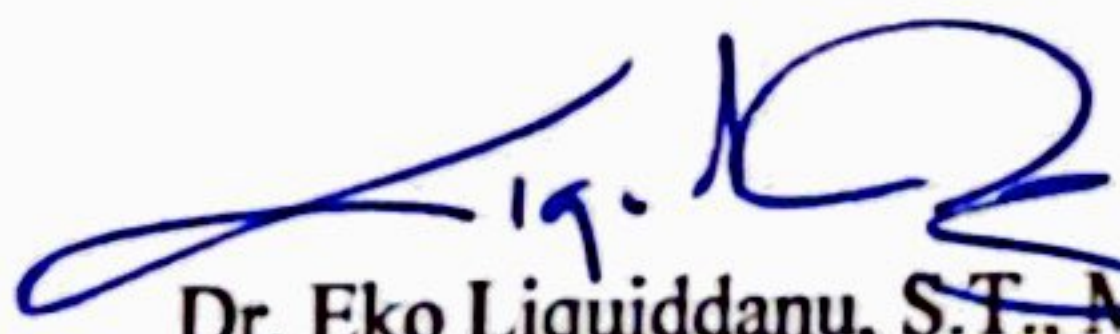
**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK SILINDER
HIDROLIK PADA PROSES *PAINTING* DENGAN METODE
SIX SIGMA DI *HYDRAULIC PLANT* PT
KOMATSU INDONESIA**

Disusun oleh:

Angela Regine Mutiaraputi

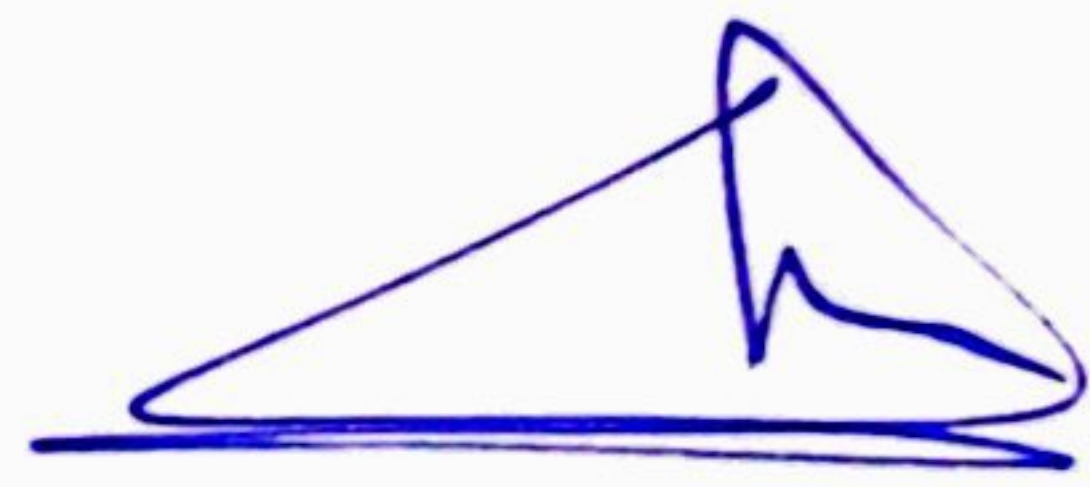
I0320009 ✓

Mengesahkan,
Kepala Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik



Dr. Eko Liquiddanu, S.T., M.T.
NIP. 197101281998021001

Disetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Eko Pujiyanto, S.Si., M.T.
NIP. 197006121997021001 ✓

SURAT KETERANGAN

SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTIK

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa mahasiswa:

Nama : Angela Regine Mutiaraputi
NIM : I0320009
Program Studi : Teknik Industri – Universitas Sebelas Maret

Telah melakukan kerja praktik di:

Nama Perusahaan : PT Komatsu Indonesia
Lama Kerja Praktik : 16 Januari 2023 s.d 21 Februari 2023

Ditetapkan di :

Nama : Donang Apriyanto

Jabatan : Inspection Spv

Tanda Tangan & :

Stempel Perusahaan : 

FORM PENILAIAN

FORM PENILAIAN PELAKSANAAN KERJA PRAKTIK

Nama Mahasiswa : Angela Regine Mutiaraputi
NIM : I0320009
Program Studi : Teknik Industri – Universitas Sebelas Maret


Telah melaksanakan KERJA PRAKTIK di:


Nama Perusahaan : PT. Komatsu Indonesia
Alamat Perusahaan : Jl. Cakung Cilincing Raya No.KM. 4, RT.7/RW.2, Sukapura,
Kec. Cilincing, Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
14140

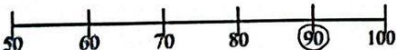
Lama Kerja Praktik : 16 Januari 2023 s.d. 21 Februari 2023

Topik yang dibahas : Analisis Pengendalian Kualitas Produksi



Nilai (sesuai kondisi mahasiswa yang bersangkutan)

Sikap : 

Kerajinan : 

Prestasi : 

Nilai rata-rata : 88,3

Tanggal Penilaian : 21 Februari 2023
Nama Penilai : Donang Apriyanto
Jabatan Penilai : Inspection Spv
Tanda Tangan & : 
Stempel Perusahaan : 

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kerja praktik dan menyusun laporan kerja praktik berjudul ‘Analisis Pengendalian Kualitas Produk Silinder Hidrolik pada Proses *Painting* dengan Metode *Six Sigma* di *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia’. Laporan kerja praktik disusun untuk memenuhi mata kuliah wajib bagi mahasiswa Teknik Industri Universitas Sebelas Maret. Laporan ini disusun setelah penulis menyelesaikan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia pada periode 16 Januari 2023 sampai 21 Februari 2023.

Laporan kerja praktik ini dapat selesai dengan baik dengan adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu selalu memberikan kasih karunia dan berkat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan kerja praktik dan dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini.
2. Orang tua, adik, eyang, dan seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan serta motivasi sehingga pelaksanaan kerja praktik dan penyusunan laporan dapat terlaksana dengan baik.
3. Bapak Dr. Eko Liquiddanu, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Industri UNS.
4. Bapak Dr. Eko Pujiyanto, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing kerja praktik yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan selama kerja praktik dan dalam penyusunan laporan sehingga laporan kerja praktik dapat selesai tepat waktu.
5. Ibu Hanna Hotnida Saragih, selaku *Assitant Manager Sustainability Promotion Section* PT Komatsu Indonesia yang telah membantu proses pengajuan dan memberikan izin kerja praktik di PT Komatsu Indonesia.
6. Ibu Agnesia Putri dari Yayasan Komatsu Indonesia Peduli (YKIP) yang telah membimbing pelaksanaan kerja praktik dari *induction training* hingga selesai.

7. Bapak Danang, selaku *Supervisor Inspection* serta pembimbing kerja praktik yang telah memberikan bimbingan dan izin untuk melakukan observasi secara langsung di Genba.
8. Bapak Mustahliqin, selaku *Foreman Inspection* yang telah membantu mengarahkan selama kegiatan kerja praktik.
9. Bapak Indra, selaku *Admin Inspection* yang telah membantu memberikan izin untuk pengambilan data.
10. Bapak Hartanto, yang membantu memperkenalkan lingkungan kerja khususnya *section painting*, proses *painting*, dan membantu mencari data.
11. Seluruh *staff inspection* yang membantu memperkenalkan proses-proses produksi dan proses inspeksi di *Hydraulic Plant*.
12. Mbak Yuni, selaku *staff machining* yang telah membantu selama di Genba.
13. Seluruh personil anggota PT Komatsu Indonesia yang telah membantu dalam pelaksanaan kerja praktik.
14. Adrian Kwanadi Setiono, selaku teman kerja praktik yang selalu mendukung dan memberikan semangat dan masukan selama pelaksanaan kerja praktik dan penyusunan laporan kerja praktik.
15. Keluarga besar LSK 2019 – 2020, yang selalu memberikan semangat dan pembelajaran mengenai *quality*.
16. Sahabat-sahabat penulis yang selalu memberikan semangat selama pelaksanaan kerja praktik.
17. Semua pihak lain yang telah membantu dalam penyusunan laporan kerja praktik ini.

Laporan kerja praktik ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi panyak pihak. Penulis menyadari masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini.

Jakarta, 21 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERMOHONAN KERJA PRAKTIK	ii
BALASAN SURAT PERMOHONAN KERJA PRAKTIK	iii
LRMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN	iv
LEMBAR PENILAIAN MAHASISWA KERJA PRAKTIK DARI PERUSAHAAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN UNIVERSITAS	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.5 Batasan Masalah.....	I-5
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum Perusahaan	II-1
2.1.1 Profil Perusahaan	II-1
2.1.2 Sejarah Perusahaan	II-2
2.1.3 Visi dan Misi Perusahaan	II-3
2.1.4 Fasilitas Perusahaan.....	II-3
2.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan	II-6
2.1.6 Anak Perusahaan	II-7
2.1.7 Produk yang Dihasilkan.....	II-8
2.2 Landasan Teori.....	II-13
2.2.1 Kualitas	II-14
2.2.2 Pengendalian Kualitas	II-14

2.2.3	<i>Six Sigma DMAIC</i>	II-14
2.2.4	Diagram <i>Supplier-Input-Process-Output-Control</i> (SIPOC)	II-15
2.2.5	Peta Kendali Laney P'	II-16
2.2.6	<i>Defect Per Million Opportunities</i> (DPMO), <i>Sigma</i> , dan <i>Cost of Poor Quality</i> (COPQ).....	II-20
2.2.7	Diagram Pareto	II-21
2.2.8	<i>Cause-Effect</i> Diagram.....	II-21
2.2.9	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	II-22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi Pengerjaan.....	III-1
3.2	Penjelasan Metodologi Pengerjaan	III-2
3.2.1	Tahap Observasi Lapangan dan Studi Literatur	III-2
3.2.2	Tahap Penentuan Latar Belakang dan Perumusan Masalah.....	III-2
3.2.3	Tahap Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian	III-3
3.2.4	Tahap Penentuan Batasan Masalah	III-3
3.2.5	Tahap Pengumpulan Data.....	III-3
3.2.6	Tahap Pengolahan Data	III-3
3.2.7	Tahap Analisis Data dan Interpretasi Hasil.....	III-4
3.2.8	Tahap Kesimpulan dan Saran	III-4

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Pengumpulan Data	IV-1
4.2	Pengolahan Data.....	IV-4
4.2.1	<i>Six Sigma</i> Tahap <i>Define</i>	IV-5
4.2.2	<i>Six Sigma</i> Tahap <i>Measure</i>	IV-12
4.2.3	<i>Six Sigma</i> Tahap <i>Analyze</i>	IV-18
4.2.4	<i>Six Sigma</i> Tahap <i>Improve</i>	IV-19
4.2.5	<i>Six Sigma</i> Tahap <i>Control</i>	IV-21

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

5.1	Analisis Pengumpulan Data	V-1
5.2	Analisis <i>Six Sigma</i> Tahap <i>Define</i>	V-2

5.3	Analisis <i>Six Sigma</i> Tahap <i>Measure</i>	V-3
5.4	Analisis <i>Six Sigma</i> Tahap <i>Analyze</i>	V-5
5.5	Analisis <i>Six Sigma</i> Tahap <i>Improve</i>	V-6
5.6	Analisis <i>Six Sigma</i> Tahap <i>Control</i>	V-9

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Milestone</i> PT Komatsu Indonesia	II-2
Tabel 2.2	Uraian <i>Cost of Poor Quality</i> (COPQ)	II-24
Tabel 2.3	Penjelasan <i>Severity Rating</i>	II-25
Tabel 2.4	Penjelasan <i>Occurrence Rating</i>	II-26
Tabel 2.5	Penjelasan <i>Detection Rating</i>	II-26
Tabel 4.1	Jenis Cacat Hasil <i>Painting</i> Produk Silinder Hidrolik.....	IV-2
Tabel 4.2	Rekapitulasi Data <i>Defect Final Inspection Painting</i>	IV-3
Tabel 4.3	Rekapitulasi Jumlah Cacat Berdasarkan Jenis	IV-4
Tabel 4.4	Rekapitulasi Proporsi Cacat	IV-13
Tabel 4.5	Perhitungan Peta Kendali Laney P'	IV-15
Tabel 4.6	Perhitungan Frekuensi Cacat November 2022 – Januari 2023	IV-17
Tabel 4.7	Perhitungan DPMO dan Nilai <i>Sigma</i>	IV-18
Tabel 4.8	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	IV-24
Tabel 4.9	Prioritas Usulan Perbaikan.....	IV-25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Logo Perusahaan PT Komatsu Indonesia.....	II-1
Gambar 2.2	<i>Assembly Plant</i>	II-6
Gambar 2.3	<i>Fabrication Plant</i>	II-7
Gambar 2.4	<i>Foundry Plant</i>	II-7
Gambar 2.5	<i>Hydraulic Plant</i>	II-7
Gambar 2.6	Struktur Organisasi PT Komatsu Indonesia	II-8
Gambar 2.7	<i>Hydraulic Excavator</i>	II-11
Gambar 2.8	<i>Dump Truck</i>	II-11
Gambar 2.9	<i>Bulldozer</i>	II-12
Gambar 2.10	<i>Motor Grader</i>	II-12
Gambar 2.11	<i>Boom</i>	II-12
Gambar 2.12	<i>Arm</i>	II-13
Gambar 2.13	<i>C-Frame</i>	II-13
Gambar 2.14	<i>Crawler Frame</i>	II-13
Gambar 2.15	<i>Center Frame</i>	II-13
Gambar 2.16	<i>Crawler</i>	II-14
Gambar 2.17	<i>Boom Casting</i>	II-14
Gambar 2.18	<i>Boom Arm Bearing</i>	II-14
Gambar 2.19	<i>Vertical Member</i>	II-14
Gambar 2.20	Silinder Hidrolik.....	II-15
Gambar 2.21	<i>Cylinder Remanufacturing Product</i>	II-15
Gambar 2.22	<i>Attachment Fixed Log Grapple</i>	II-15
Gambar 2.23	<i>Attachment Skeleton Bucket</i>	II-16
Gambar 2.24	<i>Narrow Bucket</i>	II-16
Gambar 2.25	<i>WA389 Coal Bucket</i>	II-16
Gambar 2.26	<i>WA470 Iron Ore Bucket</i>	II-16
Gambar 2.27	<i>WA470 Garbage Bucket</i>	II-17
Gambar 2.28	Penjelasan Diagram SIPOC	II-19
Gambar 3.1	<i>Flowchart Metodologi Pengerjaan</i>	III-1
Gambar 4.1	Aliran Proses Produksi Silinder Hidrolik.....	IV-1

Gambar 4.2	Diagram SIPOC Proses <i>Painting</i> Silinder Hidrolik.....	IV-6
Gambar 4.3	Proses <i>Sanding</i>	IV-7
Gambar 4.4	Proses <i>Brushing</i>	IV-8
Gambar 4.5	Proses <i>Washing</i>	IV-8
Gambar 4.6	Proses <i>Preparation</i>	IV-9
Gambar 4.7	Proses <i>Masking</i>	IV-9
Gambar 4.8	Proses <i>Painting</i> Primer.....	IV-9
Gambar 4.9	Proses <i>Putty</i> / Dempul	IV-10
Gambar 4.10	Proses <i>Painting Top Coat</i>	IV-10
Gambar 4.11	Proses <i>Ovenning</i>	IV-11
Gambar 4.12	Proses <i>Drying</i>	IV-11
Gambar 4.13	Proses <i>Packaging & Finishing</i>	IV-11
Gambar 4.14	<i>Output</i> Proses <i>Painting</i> Silinder Hidrolik.....	IV-12
Gambar 4.15	Diagnosis Peta Kendali P	IV-13
Gambar 4.16	Peta Kendali P Tradisional.....	IV-14
Gambar 4.17	Peta Kendali Laney P'	IV-15
Gambar 4.18	Diagram Pareto <i>Defect Painting</i>	IV-17
Gambar 4.19	Grafik DPMO	IV-19
Gambar 4.20	Grafik Nilai <i>Sigma</i>	IV-19
Gambar 4.21	<i>Cause-Effect</i> Diagram	IV-21



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai pendahuluan penyusunan laporan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang Masalah

Subbab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian dari masalah yang diangkat selama menjalankan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia.

Industri alat berat merupakan sektor yang berperan strategis dalam mendukung pembangunan sektor konstruksi dan pertambangan di dalam negeri. Hal tersebut membawa dampak positif bagi perekonomian nasional (Septyaningsih, 2021). Persaingan industri alat berat pun semakin ketat karena tuntutan permintaan produk yang berkualitas makin tinggi. Perusahaan harus mempunyai keunggulan kompetitif untuk menghadapi persaingan dan harus lebih kompetitif.

Salah satu perusahaan alat berat terkemuka di dunia adalah Komatsu. Di Indonesia hadir PT Komatsu Indonesia. Perusahaan ini fokus untuk memproduksi produk yang dihasilkan bagi konsumennya. PT Komatsu Indonesia membagi sistem produksinya ke dalam 4 *plant* yaitu *Fabrication Plant*, *Foundry Plant*, *Hydraulic Plant*, dan *Assembly Plant*. Komatsu Indonesia memproduksi baik unit jadi maupun *spare part* yang bisa dijual. Salah satu produk unggulan dari PT Komatsu Indonesia adalah silinder hidrolik yang diproduksi di *Hydraulic Plant*. Dalam pembuatan produk silinder hidrolik melalui beberapa tahapan mulai dari *machining*, *washing*, *assembling*, *testing*, hingga *painting*.

PT Komatsu Indonesia tak hanya bersaing dengan perusahaan lain di dunia. Akan tetapi, PT Komatsu Indonesia juga bersaing dengan perusahaan Komatsu lainnya di seluruh dunia. Menyikapi hal tersebut, PT Komatsu Indonesia perlu untuk terus bertindak proaktif dalam menghasilkan produk-produk yang memenuhi kualitas dan harapan pelanggan. Jika terjadi penurunan kualitas, maka

pelanggan cenderung akan beralih menuju ke pesaing (Safitri, Wibawa, & Ardiantono, 2019).

PT Komatsu Indonesia menerima pesanan *spare part* silinder hidrolik tersebut untuk di jual baik ke luar negeri maupun dalam negeri. Tak hanya produksi untuk luar negeri, tetapi silinder hidrolik tersebut juga digunakan *in house* (dipakai sendiri). *Customer* yang memesan silinder hidrolik banyak yang berasal dari luar negeri yaitu dari Itali, Jepang, India, Thailand, dan ada juga dari dalam negeri.

PT Komatsu Indonesia menerapkan pengendalian kualitas (*quality control*) pada beberapa proses yaitu dilakukan pengujian material dengan *bench test*, pengujian hasil *welding*, *painting*, *machining*, dan *assembly*. Pada akhirnya akan dilakukan *final inspection* dengan melakukan pengecekan dari setiap *part* silinder hidrolik baik dari *head rod*, *tube/cylinder*, *elbow/connector*, maupun *bottom*. Proses inspeksi ini dinilai juga dari hasil *packing* dan jika ada *new item* ataupun *trial*.

Pada proses *painting* ditetapkan standar inspeksi di mana warna harus seragam, sesuai spesifikasi cat, dan sesuai *sample*. Permukaan silinder hasil *painting* tidak boleh terdapat cacat seperti gelembung, keriput, retak, dsb. Jika pada permukaan silinder terdapat lelehan, *pin hole*, atau cekungan terdapat toleransi khusus untuk menentukan produk tersebut lolos inspeksi atau tidak. Selain itu, dilakukan pengecekan untuk ketebalan (*thickness*), *hardness*, dan mengkilat (*glossy*).

Salah satu permasalahan kualitas yang sering ditemukan adalah masih terdapat penemuan produk cacat pada proses *painting*. PT Komatsu Indonesia memiliki target untuk mencapai *zero defect*, sehingga perusahaan perlu mengendalikan kualitas produknya untuk mengurangi munculnya cacat. Untuk menyikapi hal tersebut, diperlukan pendekatan yang sesuai. PT Komatsu Indonesia menerapkan Total Quality Management (TQM) secara konsisten di segala aspek dengan mengedepankan *built-in quality*. *Six Sigma* dianggap lebih baik dari metode TQM karena TQM hanya memberikan petunjuk secara umum, tetapi sulit untuk membuktikan keberhasilan untuk pencapaian peningkatan kualitas (Usman, 2017). *Six Sigma* memiliki lima tahapan utama yaitu DMAIC

(*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). *Six Sigma* berfokus untuk memperkecil variasi sekaligus mengurangi cacat produk. *Six Sigma* berkaitan dengan tingkat kualitas 3,4 nilai cacat produk dari sejuta peluang atau DPMO.

Maka dari itu, diharapkan bahwa penerapan *Six Sigma* dengan metode DMAIC pada proses *painting* di *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia. *Six Sigma* dapat membantu meningkatkan kualitas produk untuk mengurangi jumlah cacat agar terlus terlaksananya *continuous improvement*.

1.2 Rumusan Masalah

Subbab ini menjelaskan mengenai rumusan masalah yang diangkat selama menjalankan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia. Berikut merupakan rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan, antara lain:

1. Apa saja jenis cacat produk silinder hidrolik hasil *painting* yang ditemukan oleh PT Komatsu Indonesia dan jenis cacat hasil *painting* yang paling dominan dalam 3 bulan terakhir?
2. Apa saja penyebab terjadinya cacat produk silinder hidrolik hasil *painting* dan penyebab cacat yang paling berpengaruh untuk menjadi prioritas perbaikan di PT Komatsu Indonesia?
3. Bagaimana usulan solusi yang dapat diberikan untuk mengurangi terjadinya cacat produk silinder hidrolik hasil *painting* yang dihasilkan oleh PT Komatsu Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Subbab ini menjelaskan mengenai tujuan penelitian dari masalah yang dikaji selama melaksanakan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia. Berikut merupakan tujuan dari penelitian yang dilakukan, antara lain:

1. Mengidentifikasi jenis cacat produk silinder hidrolik hasil *painting* yang dihasilkan oleh PT Komatsu Indonesia dan mengetahui jenis cacat *painting* yang paling dominan terjadi pada 3 bulan terakhir.
2. Menganalisis penyebab terjadinya cacat produk silinder hidrolik hasil *painting* penyebab cacat yang paling berpengaruh untuk menjadi prioritas perbaikan di PT Komatsu Indonesia.

3. Memberikan usulan solusi yang dapat diberikan untuk mengurangi terjadinya cacat produk silinder hidrolik hasil *painting* yang dihasilkan oleh PT Komatsu Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Subbab ini menjelaskan mengenai manfaat yang dapat diberikan dari penelitian yang dilakukan selama melaksanakan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia. Berikut merupakan manfaat dari penelitian yang dilakukan, antara lain:

1. Bagi perusahaan

Hasil analisis pengendalian kualitas ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan untuk menjadi usulan dan evaluasi sebagai bahan pertimbangan dan tindakan perbaikan agar dapat meminimalisasi terjadinya cacat pada proses *painting* silinder hidrolik.

2. Bagi Program Studi Teknik Industri

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk menambah informasi dan wawasan mengenai pendekatan *Six Sigma* dan FMEA khususnya pada produk silinder hidrolik dan pada proses *painting*. Adapun, hasil penelitian ini dapat menambah kepustakaan Program Studi Teknik Industri Universitas Sebelas Maret.

3. Bagi penulis

Penulis dapat menambah pengalaman dan pengetahuan mengenai proses *painting* produk *spare part* suatu alat berat. Adapun, penulis dapat mendalami materi terkait *Six Sigma* dan FMEA untuk meminimalisasi terjadinya cacat produk dan penemuan solusi yang tepat.

4. Bagi pembaca

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca dengan menjadi sumber informasi mengenai meminimalisasi terjadinya cacat produk khususnya pada produk silinder hidrolik sehingga dapat meningkatkan loyalitas *customer*, mencegah adanya pengajuan klaim, dan mencegah keterlambatan pengiriman.

1.5 Batasan Masalah

Subbab ini menjelaskan mengenai batasan masalah yang digunakan sebagai ruang lingkup dalam pengkajian masalah. Berikut merupakan batasan masalah pada penelitian kali ini, antara lain:

1. Produk yang diteliti adalah produk silinder hidrolik hasil *painting* di *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia.
2. Data yang digunakan adalah data hasil *final inspection painting*.
3. Data yang digunakan adalah data inspeksi produk hasil *painting* pada bulan November 2022, Desember 2022, dan Januari 2023.
4. Jenis produk mencakup seluruh seri silinder hidrolik yang diproduksi di *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Subbab ini menjelaskan mengenai sistematika penulisan laporan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia selama satu bulan. Sistematika penulisan laporan kerja praktik tersusun atas enam bab dengan pokok bahasan masing-masing. Pokok bahasan dari enam bab dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi tentang latar belakang dari permasalahan yang diangkat, perumusan masalah yang akan dikaji, tujuan dan manfaat dari penelitian, batasan masalah yang digunakan dalam penelitian, dan sistematika penulisan laporan kerja praktik.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi tentang tinjauan umum perusahaan yang dijadikan tempat kerja praktik yaitu PT Komatsu Indonesia dan landasan teori yang dijadikan acuan dalam pemecahan masalah. Landasan teori bersumber baik dari jurnal, artikel, maupun dokumen perusahaan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III berisi tentang tahapan yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian selama kerja praktik berlangsung yang digambarkan melalui *flowchart* beserta penjelasannya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV berisi tentang pengumpulan data yang telah dilakukan untuk mendukung proses pengkajian masalah dan penjelasan dari pengolahan untuk menyelesaikan masalah yang dirumuskan. Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati proses *panting* dari awal produk selesai di-*assembly*, tahapan-tahapan sebelum siap *painting*, hingga produk di-*packing* dan siap kirim. Dilakukan juga pengumpulan jenis produk yang di-*painting*, jenis cacat yang ditemukan saat diinspeksi, dan jumlah data produk cacat.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Bab V berisi tentang analisis dari pengkajian masalah berdasarkan pada pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan dan interpretasi hasil dari hasil analisis yang dilakukan. Analisis yang dilakukan dengan pendekatan *Six Sigma* melalui beberapa tahapan analisis yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab VI berisi tentang mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari pengkajian masalah ini dengan menjawab tujuan yang telah ditetapkan dan saran yang dapat diberikan oleh penulis yang dapat diberikan bagi perusahaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai tinjauan umum perusahaan PT Komatsu Indonesia dan landasan teori sebagai dasar dalam penyusunan laporan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia.

2.1 Tinjauan Umum Perusahaan

Subbab ini menjelaskan mengenai profil perusahaan, logo perusahaan, sejarah perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi perusahaan, anak perusahaan, dan produk yang dihasilkan oleh PT Komatsu Indonesia.

2.1.1 Profil Perusahaan

Bagian ini menjelaskan mengenai profil perusahaan PT Komatsu Indonesia.

PT Komatsu Indonesia terletak di kawasan industri daerah Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Area ini terdiri dari pabrik pengecoran, pabrik hidrolik, pabrik fabrikasi, dan pabrik perakitan. Komatsu Indonesia berada di bawah naungan Komatsu Global yaitu memproduksi alat berat. Tak hanya memproduksi bulldoser, *dump truck*, dan ekskavator hidrolik tetapi Komatsu Indonesia juga memproduksi *frame* hasil pengecoran baja serta komponen terkait. PT Komatsu Indonesia sudah berskala internasional dan melakukan ekspor ke seluruh Komatsu di seluruh dunia.



Gambar 2.1 Logo Perusahaan PT Komatsu Indonesia

(Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Komatsu_company_logos.svg)

2.1.2 Sejarah Perusahaan

Bagian ini menjelaskan mengenai sejarah perusahaan PT Komatsu Indonesia.

Komatsu dahulu bernama Komatsu Iron Works yang merupakan anak usaha dari Takeuchi Mining Industry yang menjual peralatan industrial. Pada tanggal 13 Mei 1921, Komatsu dipisah dari Takeuchi Mining Industry

dan namanya menjadi Komatsu Ltd. Komatsu Ltd. tersebut berpusat di Tokyo, Jepang. Komatsu merupakan perusahaan yang memproduksi alat berat. Pada awalnya di tahun 1931, Komatsu memproduksi traktor pertanian pertamanya. Seiring berjalannya waktu, Komatsu pun mulai memproduksi *bulldozer* dan *forklift* non-militer. Dengan meningkatnya permintaan produk *bulldozer*, maka perusahaan terus berkembang. Perusahaan Komatsu terus melakukan perluasan perusahaan hingga sampai ke Indonesia.

Sejarah Komatsu di Indonesia diawali dengan United Tractors ditunjuk sebagai distributor tunggal dari produk merk Komatsu di Indonesia pada tahun 1972. Sepuluh tahun kemudian, terbentuk program yang dibentuk oleh pemerintah Indonesia untuk pengembangan industri alat berat. PT Komatsu Indonesia didirikan pada tanggal 13 Desember 1982. Awalnya, Komatsu Indonesia mulai bisnis dengan merakit komponen hingga menjadi unit jadi di pabrik perakitan yang dibangun di Pusat Pengembangan Industri United Tractors.

Berikut merupakan tabel *milestone* dari PT Komatsu Indonesia dari tahun ke tahun dimulai dari 1982 hingga sekarang.

Tabel 2.1 *Milestone* PT Komatsu Indonesia

Tahun	<i>Milestone</i>	Keterangan
1982-1986	Perakitan: Kemunculan Industri Manufaktur	Komatsu Indonesia didirikan pada tanggal 13 Desember 1982, sebagai hasil perusahaan patungan antara Komatsu Ltd dan PT United Tractors, yang didukung oleh Sumitomo Corp dan Marubeni Corp. Komatsu Indonesia memulai bisnisnya dengan perakitan komponen hingga unit jadi, dengan produk pertama adalah buldoser D85A-18 yang diluncurkan pada tanggal 31 Agustus 1983.

1987-1990	Perluasan Fasilitas untuk Kawasan Manufaktur Lokal	<p>Pada tahun 1987, Komatsu Indonesia sudah mulai mengekspor komponen-komponen fabrikasi ke Jepang.</p> <p>Komatsu Indonesia membangun pabrik fabrikasi di area yang sama dengan pabrik perakitan.</p> <p>Pabrik perakitan memproduksi komponen <i>bucket</i> untuk unit <i>wheel loader</i>, <i>blade</i> dan <i>c-frames</i> untuk bulldoser, <i>boom</i> dan <i>arm</i> untuk eskavator hidrolik.</p>
1991-1994	Pasokan berbagai Komponen: <i>Cross-Sourcing</i> (Lokasi Komponen)	<p>Komatsu Indonesia mendirikan “fasilitas manufaktur terpadu” dengan membangun pabrik pengecoran di Cakung Cilincing.</p> <p>Di tempat itu, pabrik fabrikasi ikut dibangun. Dengan kedua pabrik tersebut, posisi Komatsu Indonesia diperkuat sebagai pemasok komponen untuk Komatsu global sebagai bagian strategi <i>cross-sourcing</i>.</p> <p>Produksi alat berat yang sesuai dengan kebutuhan konsumen lokal dimulai dengan pengembangan <i>working gear</i>.</p>
1995-2005	Basis Manufaktur Internasional "Multi-Sourcing"	<p>Pada tahun 1995, Komatsu Indonesia melakukan ekspor pertama unit jadi dan mengambil bagian dalam <i>multi-</i></p>

		<p><i>sourcing</i> Komatsu Group.</p> <p>Komatsu Indonesia tercatat di Bursa Efek Jakarta pada tahun 1995, yang memungkinkan perusahaan untuk membangun pabrik perakitan baru, yang diselesaikan pada tahun 1997.</p> <p>Komatsu Indonesia memperkuat kapabilitas perusahaan dengan pencapaian ISO 14001 untuk Sistem Manajemen Lingkungan pada tahun 2002, ISO 9001 untuk Sistem Manajemen Mutu pada tahun 2003, dan pendirian pabrik pengecoran kedua di tahun 2005.</p>
2006-2010	Ekspansi Bisnis sebagai bagian dari Strategi Komatsu Global	<p>Pada tahun 2006, Komatsu Indonesia menjadi perusahaan privat sesuai kebijakan Komatsu Global. Aksi korporasi ini diikuti dengan konsolidasi kepemilikan saham pada perusahaan-perusahaan Grup Komatsu di Indonesia di bawah Komatsu Indonesia.</p> <p>Komatsu Indonesia ditunjuk sebagai penanggung jawab atas tata kelola grup Komatsu di Indonesia. Dengan demikian, PT Bandu Dayatama yang memproduksi silinder bergabung dengan Komatsu Indonesia pada tahun 2009.</p>

		<p>Komatsu Indonesia membangun pabrik fabrikasi ukuran besar di Cibitung untuk memperkuat kapasitas produksi unit jadi ukuran besar. Pabrik tersebut memproduksi komponen PC3000-4000 dan memperluas pabrik perakitan dalam memproduksi unit HD465, HD785, PC1250, dan PC2000.</p> <p>Komatsu Indonesia menjalin hubungan kerja sama dengan United Tractors untuk dukungan kepada distributor dan ketersediaan mesin.</p>
2011- <i>Present</i>	Fokus pada Unit Jadi dan Komponen Ukuran Besar	<p>Setelah berdiri selama tiga puluh tahun, Komatsu Indonesia dikenal sebagai perusahaan berteknologi inovasi tinggi dan membangun posisi strategis dalam Strategi Komatsu Global.</p> <p>Komatsu Indonesia memperluas cakupan produksi menjadi komponen dan unit jadi ukuran besar.</p>
2014- <i>Present</i>	Berpegang Teguh pada Kepuasan Pelanggan	<p>Komatsu Indonesia menganalisis kebutuhan spesifik setiap pelanggan dan memberikan solusi tercepat untuk setiap permasalahan pelanggan di bidang infrastruktur, pertanian, dan kehutanan yang masih bertumbuh dengan pesat saat ini. Komatsu Indonesia tidak hanya</p>

		memprioritaskan oerientasi pelanggan, tetapi juga terus meningkatkan kompetensi Sumber Daya Manusia (SDM) yang lebih berkualitas dan secara berkesinambungan melakukan perbaikan terus-menerus dalam setiap aspek dengan menerapkan prinsip <i>Total Quality Management (TQM)</i> .
--	--	---

(Sumber: <http://www.komi.co.id/our-company/milestone?lang=id>)

2.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

Bagian ini menjelaskan mengenai visi dan misi dari perusahaan. Visi dan Misi PT Komatsu Indonesia yang digunakan sebagai dasar pelaksanaan kegiatan dalam perusahaan, sebagai berikut:

- a. Visi
Menjadi perusahaan mesin alat berat konstruksi yang terdepan dan berdaya saing tinggi bagi bangsa maupun pemegang saham.
- b. Misi
 1. Bersama-sama pelanggan menciptakan mutu terbaik.
 2. Berkontribusi untuk kemajuan bangsa & negara.
 3. Menciptakan karyawan bermotivasi & berkemampuan tinggi.

2.1.4 Fasilitas Perusahaan

Bagian ini menjelaskan mengenai fasilitas yang ada di PT Komatsu Indonesia. PT Komatsu Indonesia yang terletak di Cakung Cilincing memiliki beberapa *plant* yang terbagi menjadi empat yaitu *Assembly Plant*, *Fabrication Plant*, *Foundry Plant*, dan *Hydraulic Plant*.

Assembly Plant merupakan pabrik perakitan. Setelah produk melalui proses pengelasan dan *machining* di *Fabrication Plant*, komponen *frame* dan *attachment* disalurkan ke pabrik perakitan. Di Komatsu Indonesia, berbagai model unit diproduksi dalam satu garis panjang yang terbagi di tengah menjadi dua bagian. Unit yang berukuran sedang akan bergerak ke

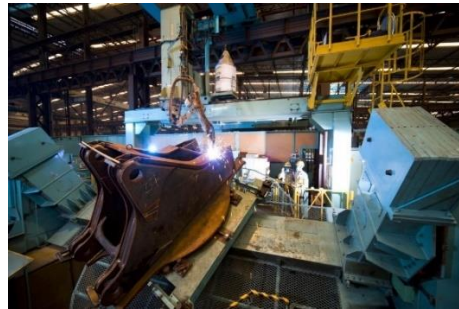
sisi kanan, sedangkan unit yang berukuran besar akan bergerak ke sisi kiri. Dari semua unit yang diproduksi, sebagian besar akan didistribusikan kepada konsumen domestik melalui PT United Tractors dan sisanya dijual ke wilayah Asia Tenggara.



Gambar 2.2 *Assembly Plant*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/facilities/cacing-plants/assembly-plant>)

Fabrication Plant memproduksi *frame* sebagai pelengkap untuk unit jadi. Sebagian besar hasil produksinya dijadikan untuk keperluan *in house* (dipakai sendiri). Selain memproduksi *frame*, pabrik fabrikasi memproduksi *boom* untuk eskavator kelas sedang dan *arm* untuk unit berukuran besar. Pengelasan *machining* merupakan aktivitas utama di pabrik fabrikasi ini. Proses *machining* dilakukan oleh mesin khusus yang dirancang untuk memproses komponen ukuran besar.



Gambar 2.3 *Fabrication Plant*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/facilities/cacing-plants/fabrication-plant>)

Foundry Plant atau pabrik pengecoran memproduksi alat pembuatan cetakan dengan pengaduk pasir. Pabrik pengecoran ini berfokus untuk memenuhi permintaan hasil pengecoran (*casting*). Pabrik pengecoran didirikan oleh Komatsu Indonesia untuk mendukung aktivitas sumber silang Komatsu Global.



Gambar 2.4 *Foundry Plant*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/facilities/cacing-plants/foundry>)

Hydraulic Plant memproduksi silinder hidrolik, saluran pipa, dan pin. Pabrik hidrolik memproduksi *spare parts* silinder hidrolik yang digunakan untuk memproduksi unit jadi. Produksinya kebanyakan diekspor untuk perusahaan lainnya, tetapi ada juga yang diproduksi untuk sendiri.

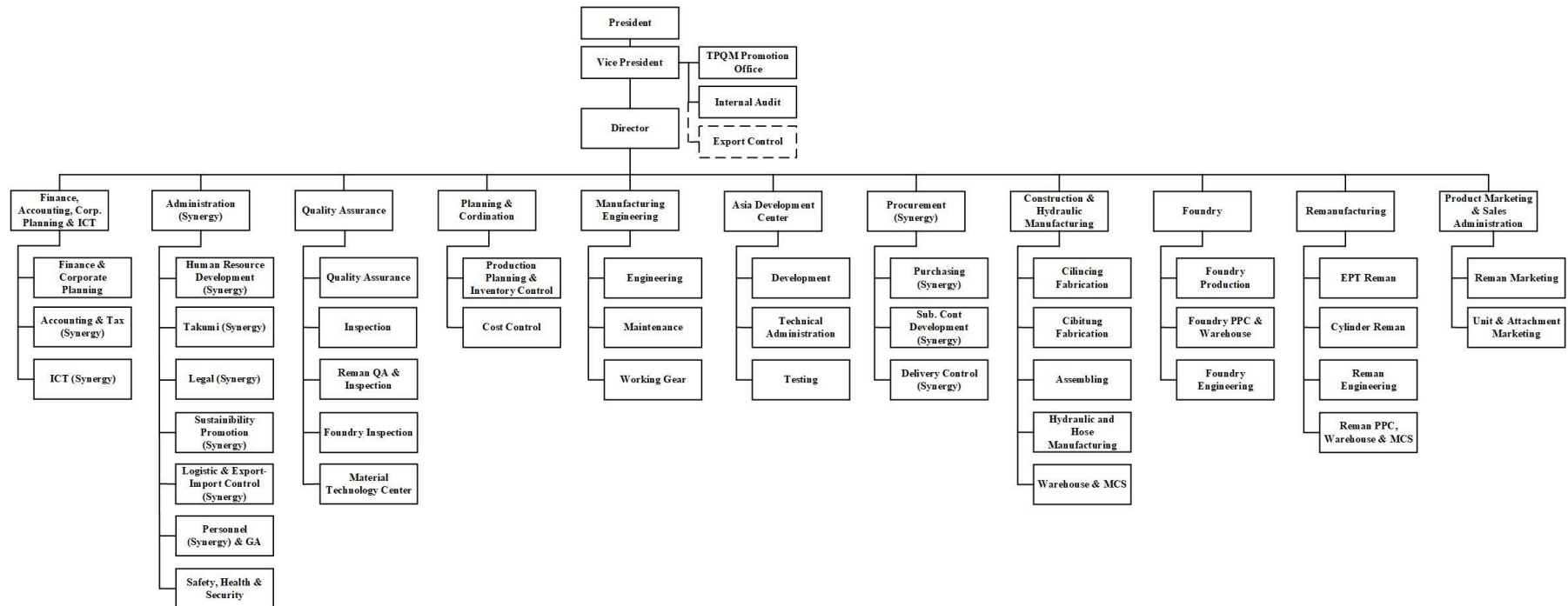


Gambar 2.5 *Hydraulic Plant*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/facilities/cacing-plants/hydraulic-plant>)

2.1.5 Struktur Organisasi Perusahaan

Bagian ini menjelaskan mengenai struktur organisasi dari perusahaan PT Komatsu Indonesia.



Gambar 2.6 Struktur Organisasi PT Komatsu Indonesia
(Sumber: Dokumen Perusahaan)

2.1.6 Anak Perusahaan

Bagian ini menjelaskan mengenai anak perusahaan dari PT Komatsu Indonesia, yaitu PT Komatsu Undercarriage Indonesia (KUI), PT Komatsu Remanufacturing Asia (KRA), PT Komatsu Marketing and Support Indonesia (KMSI), dan PT Komatsu Astra Finance (KAF).

a. PT Komatsu Undercarriage Indonesia (KUI)

PT Komatsu Undercarriage Indonesia (KUI) merupakan pabrik komponen pertama yang berada di luar Jepang. KUI terletak di Cikarang, Jawa Barat yang didirikan pada tanggal 9 November 2000. KUI didirikan bertujuan untuk menjadi fondasi pasokan struktur asli bagian bawah dari alat berat merek Komatsu. Jenis produk yang diproduksi antara lain *link*, *roller*, *idler*, dan komponen *undercarriage* terkait.

b. PT Komatsu Remanufacturing Asia (KRA)

PT Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) didirikan pada tanggal 27 Mei 1997 berlokasi di Balikpapan, Kalimantan Timur. KRA memproduksi dan menjual produk komponen *remanufacturing* alat berat bertujuan untuk memenuhi kebutuhan perusahaan tambang di pasar domestik. Produk yang diproduksi KRA antara lain mesin-mesin lengkap, transmisi, *power modules*, *final drive*, *axle* roda belakang, pompa utama, motor-motor penggerak, dan *swing machineries*.

c. PT Komatsu Marketing and Support Indonesia (KMSI)

PT Komatsu Marketing and Support Indonesia (KMSI) didirikan pada tanggal 1 Juli 2005. KMSI memiliki tugas utama yaitu menjual *spare parts* dan layanan produk pendukung. Selain itu, KMSI juga melakukan pemasaran alat berat modifikasi baru dan mempromosikan program-program khusus seperti proyek BDF (*Bio Diesel Fuel*).

d. PT Komatsu Astra Finance (KAF)

PT Komatsu Astra Finance (KAF) didirikan pada tanggal 19 Mei 2005 yaitu merupakan perusahaan *joint venture* antara Astra dan Komatsu. KAF bertujuan untuk mendukung penjualan alat berat

Komatsu dan produk pendukung yang dipasarkan oleh PT United Tractors dengan menyediakan solusi pembiayaan. Selain itu, bekerjasama dengan UT, KAF juga merancang dan menawarkan berbagai program untuk memenuhi kebutuhan pelanggan Komatsu. KAF juga menyediakan fasilitas pembiayaan investasi.

2.1.7 Produk yang Dihasilkan

Bagian ini menjelaskan mengenai produk yang diproduksi di PT Komatsu Indonesia. Terdapat beberapa kategori produk yang diproduksi antara lain unit jadi, komponen fabrikasi, komponen *casting* baja, silinder hidrolik, silinder hidrolik *remanufacturing*, dan *working gear*.

1. Unit Jadi

Terdapat empat jenis unit jadi berupa alat berat yang diproduksi oleh PT Komatsu Indonesia, yaitu:

a. *Hydraulic Excavator*



Gambar 2.7 *Hydraulic Excavator*

(Sumber:

<https://products.unitedtractors.com/id/brand/komatsu/hydraulic-excavator/>)

b. *Dump Truck*



Gambar 2.8 *Dump Truck*

(Sumber:
<https://products.unitedtractors.com/id/product/komatsu/off-highway-dump-truck/730e/>)

c. *Bulldozer*



Gambar 2.9 Bulldozer

(Sumber:
<https://products.unitedtractors.com/id/brand/komatsu/hydraulic-excavator/>)

d. *Motor Grader*



Gambar 2.10 Motor Grader

(Sumber:
<https://products.unitedtractors.com/id/product/komatsu/motor-grader/gd535-5/>)

2. **Komponen Fabrikasi**

a. **Komponen Fabrikasi Ukuran Sedang**

1) *Boom*



Gambar 2.11 Boom

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/medium-fabricated>)

2) *Arm*



Gambar 2.12 Arm

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/medium-fabricated>)

3) *C-Frame*



Gambar 2.13 C-Frame

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/medium-fabricated>)

b. **Komponen Fabrikasi Ukuran Besar**

1) *Crawler Frame*



Gambar 2.14 Crawler Frame

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/big-fabricated>)

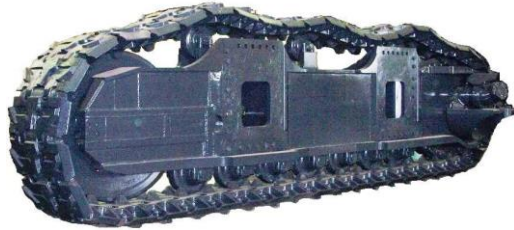
2) *Center Frame*



Gambar 2.15 Center Frame

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/big-fabricated>)

3) *Crawler*



Gambar 2.16 *Crawler*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/big-fabricated>)

3. *Komponen Casting Baja*

a. *Boom Casting*



Gambar 2.17 *Boom Casting*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/big-fabricated>)

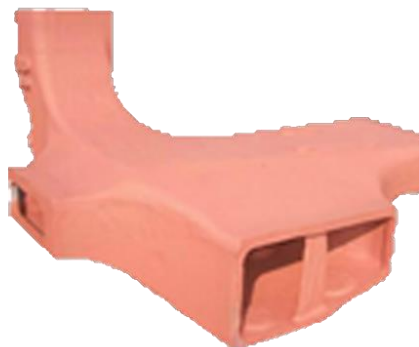
b. *Boom Arm Bearing*



Gambar 2.18 *Boom Arm Bearing*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/big-fabricated>)

c. *Vertical Member*



Gambar 2.19 *Vertical Member*

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/fabricated-component/big-fabricated>)

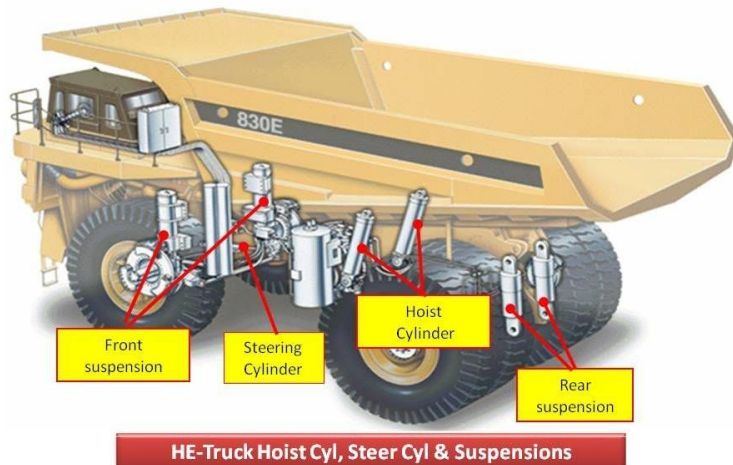
4. Silinder Hidrolik



Gambar 2.20 Silinder Hidrolik

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/hydraulic-cylinder>)

5. Silinder Hidrolik *Remanufacuring*



Gambar 2.21 Cylinder Remanufacturing Product

(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/hydraulic-remanufacturing>)

6. Working Gear

a. Excavator

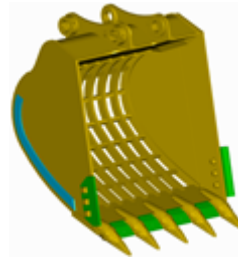
1) Attachment Fixed Log Grapple



Gambar 2.22 Attachment Fixed Log Grapple

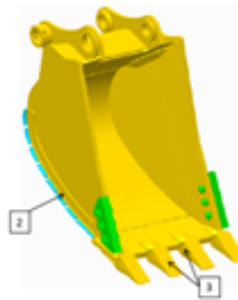
(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/wg-exc>)

2) *Attachment Skeleton Bucket*



Gambar 2.23 *Attachment Skeleton Bucket*
(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/wg-exc>)

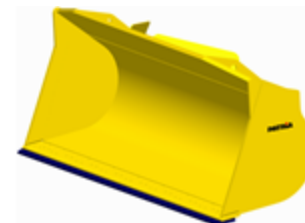
3) *Narrow Bucket*



Gambar 2.24 *Narrow Bucket*
(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/wg-exc>)

b. *Wheel Loader*

1) *WA380 Coal Bucket*



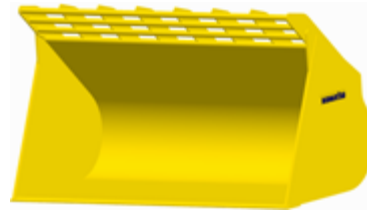
Gambar 2.25 *WA380 Coal Bucket*
(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/wg-whe>)

2) *WA470 Iron Ore Bucket*



Gambar 2.26 *WA470 Iron Ore Bucket*
(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/wg-whe>)

3) WA470 *Garbage Bucket*



Gambar 2.27 WA470 *Garbage Bucket*
(Sumber: <http://www.komi.co.id/product/wg-whe>)

2.2 Landasan Teori

Subbab ini menjelaskan mengenai landasan teori yang dapat dijadikan pedoman dalam memecahkan masalah yang diangkat di PT Komatsu Indonesia.

2.2.1 Kualitas

Setiap aktivitas produksi suatu perusahaan pasti memiliki standar kualitas masing-masing dan ingin menghasilkan produk yang berkualitas. Kualitas merupakan indikator yang penting bagi perusahaan untuk dapat bertahan di persaingan industri. Kualitas harus memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan. Menurut Juran (1993: 32), kualitas adalah kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Kecocokan penggunaan produk dikatakan bahwa jika produk tersebut mempunyai daya tahan penggunaan yang lama, tidak mudah rusak, dan ada jaminan.

Menurut Crosby (1979: 58), kualitas merupakan kesesuaian dengan yang disyaratkan atau yang sudah distandarkan atau disebut juga *conformance to requirement*. Dikatakan bahwa suatu produk memiliki kualitas jika telah sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Standar kualitas tersebut meliputi bahan baku, proses produksi, dan produk jadi.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan proses yang digunakan untuk menjamin tingkat kualitas dalam produk dan jasa (Ratnadi & Suprianto, 2016). Perusahaan harus terus menjaga kualitas dari produk yang dihasilkan agar sesuai dengan tuntutan pasar, sehingga dibutuhkan adanya pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas ini bertujuan agar produk yang dihasilkan dapat sesuai dengan standar yang diinginkan. Apabila terdapat

produk yang tidak sesuai dengan standar, perusahaan harus terus memperbaiki kualitas produknya dengan melakukan *improvement*. Kualitas yang sudah sesuai standar harus terus dipertahankan agar terwujudnya konsistensi kualitas produk.

2.2.3 Six Sigma DMAIC

Six Sigma adalah konsep statistik untuk mengukur suatu proses yang bertujuan untuk memperkecil variasi sehingga diperoleh tingkat kualitas mendekati sempurna atau *zero defect* atau memperoleh semua *output* sesuai spesifikasi pelanggan (Santoso, 2006). *Six Sigma* merupakan visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk upaya giat menuju kesempurnaan (Gasperz & Vincent, Pedoman Implementasi Program Six Sigma, 2002).

Six Sigma memiliki metodologi DMAIC yang merupakan lima tahap utama dan merupakan singkatan dari *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control* (Gaspersz & Vincent, 2007). Lima tahap tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Define* : mengidentifikasi masalah penting dalam proses yang sedang berlangsung.
2. *Measure* : mengembangkan ukuran sigma awal untuk proses yang sedang diperbaiki. *Measure* memiliki dua sasaran utama, yaitu: 1) mendapatkan data untuk memvalidasi dan mengkuantifikasi masalah atau peluang, 2) memulai menyentuh fakta dan angka-angka yang memberikan petunjuk tentang akar masalah.
3. *Analyze* : meningkatkan pemahaman terhadap proses dan masalah secara detail dengan mengidentifikasi akar masalah. Tahap ini menggunakan penerapan *statistical tool* untuk memvalidasi akar permasalahan. Tujuan dari tahap *analyze* untuk mengetahui seberapa baik proses yang telah berlangsung. Untuk mengetahui seberapa baik proses berlangsung, maka perlu adanya suatu nilai atau indeks yaitu *process capability index*.
4. *Improve* : menguraikan ide-ide perbaikan atau solusi-solusi yang mungkin dilaksanakan.

5. *Control* : melakukan pengawasan untuk meyakinkan bahwa hasil-hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian.

2.2.4 Diagram *Supplier-Input-Process-Output-Control* (SIPOC)

SIPOC merupakan kependekan dari *Supplier, Input, Process, Output*, dan *Customer*, yang merupakan elemen proses bisnis yang menjadi patokan saat melakukan identifikasi. Diagram SIPOC merupakan salah satu *tool* standar dalam *Six Sigma*. Diagram SIPOC digunakan untuk mengidentifikasi setiap elemen dalam proyek perbaikan proses sebelum proses dijalankan (Admin Standarku.com, 2020).

SIPOC memiliki kelima struktur dan penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. *Supplier* (Pemasok) : orang, organisasi, atau sistem yang menyediakan sumber daya yang dibutuhkan perusahaan untuk memproduksi barang atau jasa.
2. *Input* (Masukan) : bahan, informasi, atau sumber daya lain dari pemasok untuk dikonsumsi atau sebagai masukan untuk proses produksi.
3. *Process* (Proses) : serangkaian tindakan dan kegiatan untuk mengubah *input* menjadi *output*.
4. *Output* (Keluaran) : barang atau jasa yang dihasilkan oleh proses untuk dijual dan digunakan oleh pelanggan.
5. *Customer* (Pelanggan) : orang, organisasi, atau sistem yang menerima *output* dari proses.

S	I	P	O	C
SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS
Who supplies the materials / inputs?	What resources are needed or provided by the supplier? Can be materials or information.	What steps or activities are carried out to create value for the customer?	What products or services are created by (or result from) the process?	Who are the customers?

Gambar 2.28 Penjelasan Diagram SIPOC
(Sumber: *Business Audit Compliance*, 2019)

2.2.5 Peta Kendali Laney P'

Peta kendali adalah alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu proses berada dalam pengendalian kualitas atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Perubahan data dari waktu ke waktu ditunjukkan oleh peta kendali, tetapi peta kendali tidak menunjukkan penyebab penyimpangannya (Ariani & Wahyu, 2004).

Peta kendali p berfungsi untuk mengukur proporsi cacat (*defect*) pada suatu produksi. Jumlah sampel yang dikumpulkan pada peta kendali p adalah tidak konstan. Persebaran proporsi produk cacat pada peta kendali p didasarkan pada distribusi binomial (Mitra, 2016). Jika jumlah produk yang diperiksa sedikit, maka persebaran proporsi produk cacat yang muncul akan mengikuti distribusi binomial. Akan tetapi, jika jumlah produk yang diperiksa cukup banyak, maka variasi natural dari produk cacat yang dihasilkan akan makin besar dan jika data diukur menggunakan peta kendali p tradisional, akan sangat banyak data yang berada di luar batas kendali. Hal tersebut disebut *overdispersion* yaitu ketika variasi data melebihi variasi yang diperkirakan berdasarkan distribusi probabilitas yang digunakan (Laney, 2002).

Berikut merupakan rumus perhitungan dari peta kendali Laney P'.

a. *Plotted Points*

Plotted points adalah titik-titik yang diplot pada peta kendali Laney P'. Setiap titik menunjukkan proporsi cacat pada suatu subgrup. Rumus 2.1 merupakan rumus dari perhitungan *plotted points*.

$$p_i = \frac{x_i}{n_i} \quad (2.1)$$

Keterangan:

p_i = proporsi cacat pada subgrup ke-i

x_i = jumlah produk cacat pada subgrup ke-i

n_i = ukuran dari subgrup ke-i

b. *Center Line*

Center line atau garis tengah merepresentasikan proporsi rata-rata dari suatu proses. Rumus 2.2 merupakan rumus dari perhitungan *center line*.

$$p = \frac{\sum x_i}{\sum n_i} \quad (2.2)$$

Keterangan:

p = rata-rata proporsi produk cacat dari proses

x_i = jumlah produk cacat pada subgrup ke-i

n_i = ukuran dari subgrup ke-i

c. *Z-score*

Z-score merupakan transformasi menjadi proporsi subgrup (p_i). *Z-score* adalah suatu ukuran penyimpangan data yang berasal dari nilai rata-ratanya yang diukur dalam satuan standar deviasinya. Apabila nilai berada di posisi di atas rata-rata maka *Z-score* bernilai positif, begitupun sebaliknya. Rumus 2.3 merupakan rumus dari perhitungan *z-score*.

$$z_i = \frac{(p_i - p)}{\sqrt{\frac{p(1 - p)}{n_i}}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

z_i = nilai *z-score* subgrup ke-i

p_i = proporsi cacat pada subgrup ke-i

p = rata-rata proporsi produk cacat dari proses

n_i = ukuran dari subgrup ke-i

d. *Moving Range*

Moving range merupakan selisih mutlak dari nilai *z-score* dengan satu nilai *z-score* sebelumnya. *Moving range* sebagai jarak bergerak antara satu titik data dengan titik data sebelumnya. Data disini adalah nilai dari *z-score*. Rumus 2.4 merupakan rumus dari perhitungan *moving range*.

$$MR_i = |z_i - z_{i-1}| \quad (2.4)$$

Keterangan:

MR_i = *moving range* subgrup ke-i

z_i = nilai *z-score* subgrup ke-i

e. *Average Moving Range*

Average moving range merupakan rata-rata dari seluruh nilai *moving range* yang ada. Rumus 2.5 merupakan rumus dari perhitungan *average moving range*.

$$z_i = \frac{(p_i - p)}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

\overline{MR} = rata-rata *moving range*

MR_i = *moving range* subgrup ke-i

$N - 1$ = jumlah subgrup dikurangi 1

f. *Sigma Z*

Sigma Z merupakan nilai yang digunakan untuk mengukur *overdispersion* ataupun *underdispersion* pada data. *Sigma Z* menunjukkan besarnya batas kendali pada peta kendali bergeser untuk mengakomodasi adanya *overdispersion* atau *underdispersion*.

Jika nilai *sigma Z* bernilai 1 artinya tidak diperlukan adanya pergeseran. Hal ini menunjukkan bahwa batas kendali pada peta kendali Laney P' sama dengan peta kendali p tradisional. Jika nilai *sigma Z* bernilai lebih besar dari 1 artinya batas kendali pada peta kendali Laney P' bergeser menjadi lebih besar dibandingkan batas kendali pada peta kendali p tradisional untuk mengakomodasi data *overdispersion*. Jika nilai *sigma Z* bernilai lebih kecil dari 1 artinya batas kendali pada peta kendali Laney P' bergeser menjadi lebih sempit dibandingkan batas kendali pada peta kendali p tradisional untuk mengakomodasi data *underdispersion*. Rumus 2.6 merupakan rumus dari perhitungan *sigma Z*.

$$\sigma_z = \frac{\overline{MR}}{1,128} \quad (2.6)$$

Keterangan:

σ_z = *sigma Z*

\overline{MR} = rata-rata *moving range*

1,128 = konstanta tak bias (*unbiasing constant*)

g. *Upper Control Limit* (UCL)

Upper control limit (UCL) atau batas kendali atas merupakan garis batas atas yang diizinkan untuk suatu proses dikatakan berada dalam batas kendali atau batas kontrol. Rumus 2.7 merupakan rumus dari perhitungan *Upper control limit* (UCL) pada peta kendali Laney P'.

$$UCL = p + k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}} \sigma_Z \quad (2.7)$$

Keterangan:

p = rata-rata proporsi produk cacat dari proses

k = parameter standar deviasi dari *center line* (*default* bernilai 3)

n_i = ukuran dari subgrup ke- i

σ_Z = *sigma Z*

h. *Lower Control Limit* (LCL)

Lower control limit (LCL) atau batas kendali bawah merupakan garis batas bawah yang diizinkan untuk suatu proses dikatakan berada dalam batas kendali atau batas kontrol. Rumus 2.8 merupakan rumus dari perhitungan *Lower control limit* (LCL) pada peta kendali Laney P'.

$$LCL = p - k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}} \sigma_Z \quad (2.8)$$

Keterangan:

p = rata-rata proporsi produk cacat dari proses

k = parameter standar deviasi dari *center line* (*default* bernilai 3)

n_i = ukuran dari subgrup ke- i

σ_Z = *sigma Z*

2.2.6 Defect Per Million Opportunities (DPMO), Sigma, dan Cost of Poor Quality (COPQ)

Defect Per Million Opportunities (DPMO) adalah peluang terjadinya cacat pada produk yang diproduksi dalam satu juta peluang untuk mengetahui level sigma (Gasperz & Vincent, Total Quality Management, 2002). Rumus 2.9 merupakan rumus dari perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO):

$$DPMO = \frac{D \text{ (defect)}}{TOP \text{ (total opportunities)}} \times 1.000.000 \quad (2.9)$$

Setelah dilakukan perhitungan DPMO, nilai tersebut dikonversikan ke dalam tingkat sigma, rumus 2.10 merupakan rumus dari perhitungan level *sigma*.

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2.10)$$

Cost of Poor Quality (COPQ) merupakan biaya yang dikeluarkan akibat produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi atau dengan kata lain jika perusahaan mengeluarkan produk cacat (Gasperz V. , 2002). Level *sigma* tersebut dapat dicocokkan dengan tabel uraian COPQ di bawah ini untuk mengetahui pencapaian level *sigma*.

Tabel 2.2 Uraian *Cost of Poor Quality* (COPQ)

<i>Cost of Poor Quality</i> (COPQ)		
Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO	COPQ
1-Sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-Sigma	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-Sigma	66.807	25%-40% dari penjualan
4-Sigma	6.210 (rata-rata industri USA)	15%-25% dari penjualan
5-Sigma	233	5%-15% dari penjualan
6-Sigma	3,4 (industri kelas dunia)	<1% penjualan

(Sumber: Gasperz V., 2002)

2.2.7 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk menemukan suatu masalah utama akibat timbulnya permasalahan berdasarkan berbagai gejala. Metode ini memiliki prinsip “*Pareto’s Law 20-80*” yang dapat diartikan bahwa banyak kejadian atau akibat sebesar 80% dari total efeknya hanya disebabkan oleh 20% dari sebabnya. Diagram pareto suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Urutan ranking tertinggi menunjukkan terdapat permasalahan yang paling penting atau harus segera diselesaikan, sedangkan ranking yang terendah menunjukkan permasalahan yang tidak begitu *urgent* atau tidak harus segera diselesaikan (Aulia, 2016).

2.2.8 Cause-Effect Diagram

Cause-effect diagram disebut juga *fishbone* diagram / diagram tulang ikan. *Cause-effect* diagram dapat mengidentifikasi faktor penyebab timbulnya suatu permasalahan. *cause-effect* diagram menjabarkan hasil

identifikasi berbentuk kerangka tulang ikan yakni meliputi bagian kepala, sirip, dan duri. Bagian kepala digunakan untuk meletakkan permasalahan yang akan diidentifikasi. Bagian sirip dan duri digunakan untuk meletakkan penyebab dari permasalahannya (Aulia, 2016). Berikut adalah langkah-langkah membuat *cause-effect* diagram:

1. Membuat kerangka *cause-effect* diagram.
2. Menentukan masalah yang akan diidentifikasi.
3. Menentukan kelompok penyebab masalah.
4. Menemukan penyebab pada masing-masing kategori/kelompok penyebab dengan teknik diskusi (*brainstorming*).
5. Setelah masalah dan penyebab-penyebabnya diketahui, *cause-effect* diagram dapat digambarkan.

2.2.9 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) menggambarkan sejenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen. FMEA digunakan untuk mendeteksi kesalahan pada saat proses dijalankan (Sartin, 2012).

Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan pemberian nilai atau skor pada masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995). Ketiga poin tersebut akan dinilai dengan skala *rating* antara 1 sampai dengan 10, di mana skala 1 menyatakan dampak paling rendah dan skala 10 menyatakan dampak paling tinggi. Berikut merupakan tabel *rating severity, occurrence, dan detection*.

Tabel 2.3 Penjelasan *Severity Rating*

Rank		Kriteria
1-2	Minor	Tidak beralasan untuk menduga bahwa pembawaan/sifat sepele dari kesalahan ini dapat menyebabkan efek yang signifikan pada produk dan servis. Para pelanggan mungkin tidak akan sampai menyadari kesalahan tersebut.
3-4	Low	Kerusakan pada tingkat yang rendah dikarenakan pembawaan/sifat dari kesalahan ini hanya akan menyebabkan sangat sedikit gangguan terhadap pelanggan. Pelanggan mungkin akan menyadari sedikit penurunan kualitas dari produk dan atau servis, sedikit

		ketidaknyamanan pada proses selanjutnya, atau perlunya sedikit pengerjaan ulang.
5-6	Moderate	Urutan yang sedang/lumayan karena kesalahan ini menyebabkan beberapa ketidakpuasan. Pelanggan akan merasa tidak nyaman atau bahkan terganggu oleh kesalahan tersebut. Kesalahan ini dapat menyebabkan dibutuhkannya perbaikan yang tidak dijadwalkan dan atau kerusakan pada peralatan.
7-8	High	Ketidakpuasan pelanggan pada tingkat yang tinggi dikarenakan pembawaan/sifat dari kesalahan ini seperti sebuah produk yang tidak dapat digunakan atau servis yang tidak memuaskan sama sekali. Tidak mengindahkan isu keamanan dan atau peraturan-peraturan pemerintah. Dapat menimbulkan gangguan pada proses yang berkelanjutan dan atau servis.
9-10	Very High	Tingkat kerusakan yang sangat tinggi saat kesalahan tersebut mempengaruhi keselamatan dan melibatkan pelanggaran peraturan-peraturan pemerintah.

(Sumber: Stamatis, 1995)

Tabel 2.4 Penjelasan *Occurrence Rating*

Rank	Kriteria
1-2	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat rendah/jarang (1 banding 10.000).
3-4	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang rendah. Proses dalam pengawasan statistik (1 banding 10.000).
5-6	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sedang/lumayan. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang terjadi sesekali, tapi tidak dengan proporsi yang besar (1 banding 20, sampai 1 banding 200)
7-8	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang tinggi. Proses dalam pengawasan statistik dengan kesalahan yang sering terjadi (1 banding 100, sampai 1 banding 20).
9-10	Kejadian pada tingkat kemungkinan yang sangat tinggi. Kesalahan hamper pasti terjadi (1 banding 10).

(Sumber: Stamatis, 1995)

Tabel 2.5 Penjelasan *Detection Rating*

Rank		Kriteria
1-2	Very High: Pengawasan hampir sudah pasti dapat mendeteksi kecacatan/kesalahan/kerusakan	Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah sangat kecil (1 dari 10.000). Kecacatan/kerusakan akan jelas terlihat dan siap untuk dideteksi. Keandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 99,99%.
3-4	High: Pengawasan punya kemungkinan besar dalam	Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah ada pada tingkat yang rendah (1 dari 5000, sampai 1 dari 500).

	mendeteksi kecacatan/kesalahan	Kehandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 99,8%.
5-6	Moderate: Pengawasan mungkin mendeteksi kecacatan/kesalahan/kerusakan	Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah pada tingkat yang sedang/lumayan (1 dari 200, sampai 1 dari 50). Kehandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 98%.
7-8	Low: Pengawasan lebih mungkin tidak mendeteksi kecacatan/kesalahan	Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah pada tingkat yang tinggi (1 dari 20). Kehandalan/kemampuan deteksi paling rendah pada tingkat 90%.
9-10	Very Low: Pengawasan sangat mungkin tidak mendeteksi kecacatan/kesalahan/kerusakan	Kemungkinan produk atau servis yang cacat/rusak/salah pada tingkat yang sangat tinggi (1 dari 10). Biasanya barang tidak dicek atau tidak dapat dicek. Kecacatan/kerusakan/kesalahan sering tersembunyi dan tidak terlihat saat proses atau servis. Kehandalan/kemampuan deteksi pada tingkat 90% atau lebih rendah.

(Sumber: Stamatis, 1995)

Risk Priority Number (RPN) merupakan perkalian yang didapatkan dari nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Nilai RPN digunakan untuk menentukan prioritas risiko dan masalah yang ada. Berikut adalah rumus dari perhitungan RPN.

$$RPN = S (severity) \times O (occurrence) \times D (detection) \quad (11)$$



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

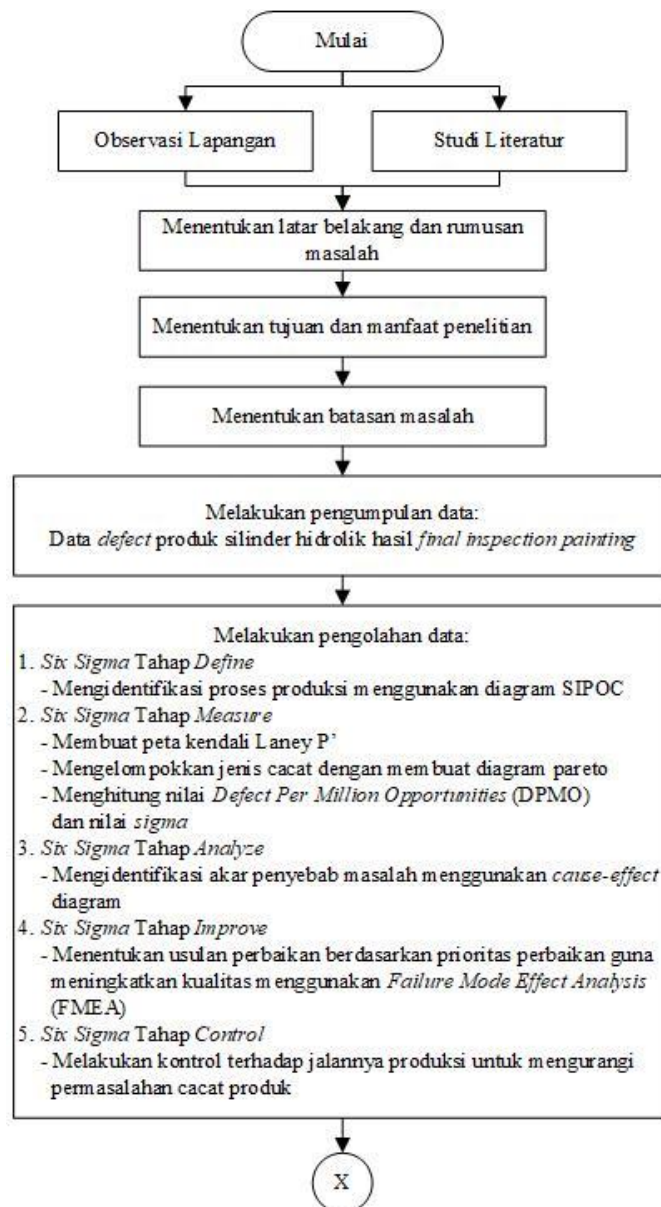
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

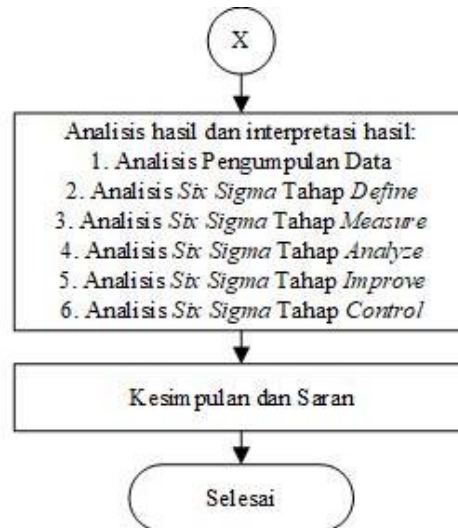
Bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian yang merupakan tahapan dalam melakukan penelitian selama kerja praktik di PT Komatsu Indonesia yang digambarkan melalui *flowchart* beserta dengan penjelasannya.

3.1 *Flowchart* Metodologi Pengerjaan

Bagian ini menjelaskan mengenai metodologi pengerjaan laporan yang digambarkan dengan *flowchart*.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Pengerjaan



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Pengerjaan (Lanjutan)

3.2 Penjelasan Metodologi Pengerjaan

Bagian ini menjelaskan mengenai *flowchart* tahapan dari metodologi pengerjaan yang digambarkan Gambar 3.1.

3.2.1 Tahap Observasi Lapangan dan Studi Literatur

Tahapan ini merupakan tahapan awal yang dilakukan dengan observasi lapangan dan studi literatur. Observasi lapangan dilakukan selama masa kerja praktik dimulai dari tanggal 16 Januari 2023 – 21 Februari 2023. Observasi dilakukan di Departemen Inspeksi *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia dengan mengamati kondisi perusahaan baik dari proses produksi, proses penerimaan barang, maupun proses inspeksi barang. Tahap observasi lapangan juga dilakukan dengan melakukan wawancara kepada pekerja untuk mendapatkan informasi.

Tahapan awal juga dilakukan studi literatur pada saat proses kerja praktik berlangsung dan saat penulisan laporan dengan tujuan memperoleh materi untuk mendukung masalah yang dikaji. Studi literatur dilakukan dengan mengidentifikasi penelitian terdahulu untuk membantu mendukung penelitian yang akan dikaji.

3.2.2 Tahap Penentuan Latar Belakang dan Perumusan Masalah

Tahap penentuan latar belakang masalah dilakukan dengan mengamati proses produksi perusahaan melalui observasi lapangan dan studi literatur. Tahap perumusan masalah dilakukan berdasarkan latar belakang yang telah ditetapkan dari hasil observasi lapangan dan studi literatur. Masalah yang

dikaji pada permasalahan ini mengenai terjadinya cacat dari proses *painting* untuk produk silinder hidrolik di *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia.

3.2.3 Tahap Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tahap penentuan tujuan dan manfaat penelitian dilakukan untuk menentukan target dan apa saja yang akan dicapai agar dapat menjawab permasalahan yang diangkat. Pada penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai adalah menyelesaikan permasalahan mengurangi produk cacat hasil *painting* dan meningkatkan kualitasnya. Dari tujuan tersebut, manfaat yang diharapkan adalah cacat hasil *painting* dapat berkurang dan proses produksi dapat meningkat.

3.2.4 Tahap Penentuan Batasan Masalah

Tahap penentuan batasan masalah dilakukan untuk membatasi suatu penelitian agar dapat diketahui cakupan permasalahan yang diangkat. Adapun, agar hasil penelitian dapat sesuai dengan data yang digunakan dalam penyelesaian masalah.

3.2.5 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mencari dan mengambil data yang diperlukan untuk lanjut ke tahap selanjutnya yaitu pengolahan data dan analisis. Data diambil melalui observasi lapangan, wawancara, dan pengambilan data historis. Data *defect* yang diambil berasal dari proses *final inspection painting*.

3.2.6 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data yaitu mengaplikasikan metode yang dipilih untuk mengolah data. Pada pengolahan data ini menggunakan *Six Sigma* dengan tahapan DMAIC. Pada tahap *Define* dilakukan untuk memberikan gambaran proses produksi menggunakan diagram SIPOC. Tahap *Measure* dilakukan dengan membuat peta kendali Laney P', mengelompokkan jenis cacat dengan membuat diagram pareto, dan menghitung nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan nilai *sigma*. Tahap *Analyze* dilakukan dengan mengidentifikasi akar penyebab masalah menggunakan *cause-effect* diagram. Tahap *Improve* dilakukan untuk menentukan tindakan pencegahan guna meningkatkan kualitas menggunakan *Failure Mode Effect Analysis*

(FMEA). Tahap *Control* dilakukan dengan melakukan kontrol terhadap jalannya produksi untuk mengurangi permasalahan cacat produk.

3.2.7 Tahap Analisis Data dan Interpretasi Hasil

Tahap ini menjelaskan mengenai analisis data dari pengumpulan data dan pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis tersebut merupakan penjelasan dari penyelesaian masalah yang dikaji serta adanya interpretasi dari hasil yang didapatkan. Analisis yang dilakukan yaitu analisis dari pengumpulan data dan analisis dari setiap proses *Six Sigma DMAIC*.

3.2.8 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama kerja praktik. Kesimpulan yang diambil menjawab tujuan yang telah ditetapkan. Adapun, berisi saran yang dapat diberikan sebagai masukan bagi perusahaan dan bagi penelitian selanjutnya.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

BAB IV

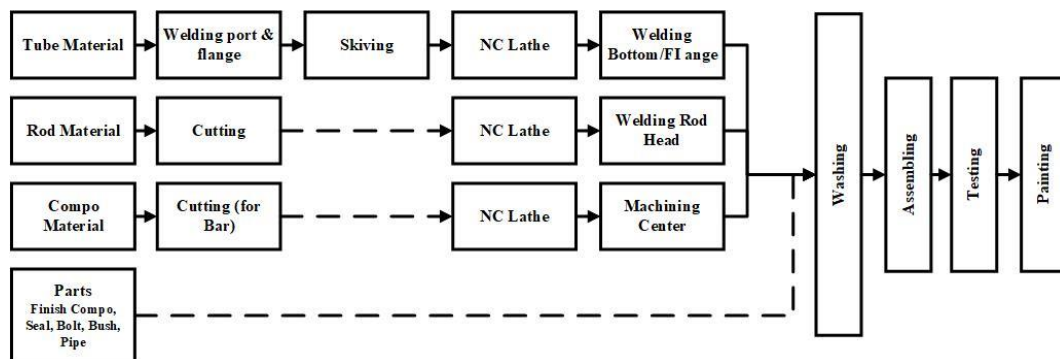
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan data dan pengolahan data dari kegiatan kerja praktik di PT Komatsu Indonesia untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat.

4.1 Pengumpulan Data

PT Komatsu Indonesia membagi proses produksi menjadi empat *plant*, salah satunya adalah *Hydraulic Plant*. Produk yang dihasilkan di *Hydraulic Plant* adalah silinder hidrolik. Silinder hidrolik digunakan sebagai aktuator mekanik untuk memberikan gaya searah melalui *stroke* searah. Tenaga yang dihasilkan dari silinder hidrolik didapatkan dari cairan hidrolik bertekanan.










Silinder hidrolik dibuat melalui beberapa tahapan proses yang digambarkan oleh bagan aliran proses sebagai berikut:








Gambar 4.1 Aliran Proses Produksi Silinder Hidrolik
(Sumber: Dokumen Perusahaan)

Produk yang sudah di-*assembly* akan lanjut ke tahapan *painting*. Penelitian ini akan difokuskan pada proses akhir atau *final check painting*. Pada tahap *painting* masih sering ditemukan banyak produk cacat atau *defect*. Dalam rangka memenuhi standar kualitas produk, PT Komatsu Indonesia pada proses *painting* menerapkan *final inspection*. Produk silinder hidrolik hasil *painting* dilakukan pengecekan apakah sudah sesuai dengan standar. Diketahui bahwa terdapat 14 jenis cacat *painting* yang diklasifikasikan oleh PT Komatsu Indonesia, jenis cacat hasil *painting* produk silinder hidrolik tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Jenis Cacat Hasil *Painting* Produk Silinder Hidrolik

No	Jenis Cacat	Gambar
1	Kusam	
2	Gelembung / Melepuh (<i>Blister</i>)	
3	Keriput / Kulit Jeruk (<i>Orange Peels</i>)	
4	Bersisik / Bintik-bintik (<i>Spotted</i>)	
5	Retak / Bergaris (<i>Crack</i>)	
6	Gelombang (<i>Sagging</i>)	
7	Mengelupas (<i>Peeling</i>)	
8	<i>Foaming (Pin Hole)</i>	
9	Lelehan / Meler (<i>Trickle</i>)	

10	Kotor		
11	<i>Spatter</i>		
12	Cekungan pada permukaan (<i>Dent</i>)		
13	Bopeng		
14	Kasar		

Adanya produk cacat atau *defect* disebabkan oleh kurangnya kontrol pada proses produksi. Produk yang *defect* akan dilakukan proses *repair*. Hal tersebut akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan baik dari segi waktu maupun segi biaya. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan kualitas guna mengurangi produk *defect*.

Data yang dikumpulkan adalah data *final inspection painting* pada bulan November 2022 – Januari 2023. Berikut merupakan rekapitulasi data dari jumlah *defect* yang ditemukan pada *final inspection painting* dengan rentang waktu November 2022 – Januari 2023.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data *Defect Final Inspection Painting*

No	Tanggal	Part Number	Part Name	Model	Defect Content	Jumlah Cacat
1	3-Nov-22	707G002790XC	CYL ASSY	PC80MR-5 BLADE	Bintik	20
2	4-Nov-22	707G00119002	CYL ASSY	PC88MR-5 BLADE	Bintik	5
3	11-Nov-22	707000Y942	CYL ASSY	BH BOOM	Bergelombang	6
4	16-Nov-22	70700XX942	CYL ASSY	PC18ME-3 AEM	Meler	10

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data *Defect Final Inspection Painting* (Lanjutan)

No	Tanggal	Part Number	Part Name	Model	Defect Content	Jumlah Cacat
5	18-Nov-22	707000Y83002	CYL ASSY	NMO OUTRIGGER	Kotor	5
6	18-Nov-22	70700XX932	CYL ASSY	PC18MR-3 BOOM	Kotor	1
7	19-Nov-22	70700XH811NK	CYL ASSY	PC55MR-3 ARM	Bopeng	9
8	19-Nov-22	707000Y892	CYL ASSY	LD OUTRIGGER	Bopeng	8
9	5-Dec-22	707000X151KG	CYL ASSY	PC18MR-3 VARIABLE	Meler	6
10	6-Dec-22	70700XX942	CYL ASSY	PC18MR-3 ARM	Bintik	6
11	7-Dec-22	70700XX952KG	CYL ASSY	PC18MR-3 BUCKET	Bintik	13
12	22-Dec-22	707000X142	CYL ASSY	PC18MR-2 BLADE	Bintik	15
13	7-Jan-23	707G0X1812NK	CYL ASSY	PC55MR-5 BOOM	Kasar	8
14	12-Jan-23	707G003310KG	CYL ASSY	PC20MR-3 ARM	Kotor	20
15	25-Jan-23	7070207733NK	CYL ASSY	BH SWING	Pin Hole	4

Pada periode November 2022 – Januari 2023 ditemukan beberapa jenis cacat. Berikut merupakan rekapitulasi jumlah cacat berdasarkan jenisnya yang ditemukan pada November 2022 – Januari 2023.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Jumlah Cacat Berdasarkan Jenis

No	Jenis Cacat	Jumlah
1	Kusam	-
2	Gelembung / Melepuh (<i>Blister</i>)	-
3	Keriput / Kulit Jeruk (<i>Orange Peels</i>)	-
4	Bersisik / Bintik-bintik (<i>Spotted</i>)	59
5	Retak / Bergaris (<i>Crack</i>)	-
6	Gelombang (<i>Sagging</i>)	6
7	Mengelupas (<i>Peeling</i>)	-
8	<i>Foaming</i> (<i>Pin Hole</i>)	4
9	Lelehan / Meler (<i>Trickle</i>)	16
10	<i>Spatter</i>	-
11	Kotor	26
12	Cekungan pada permukaan (<i>Dent</i>)	-
13	Bopeng	17
14	Kasar	8
TOTAL		136

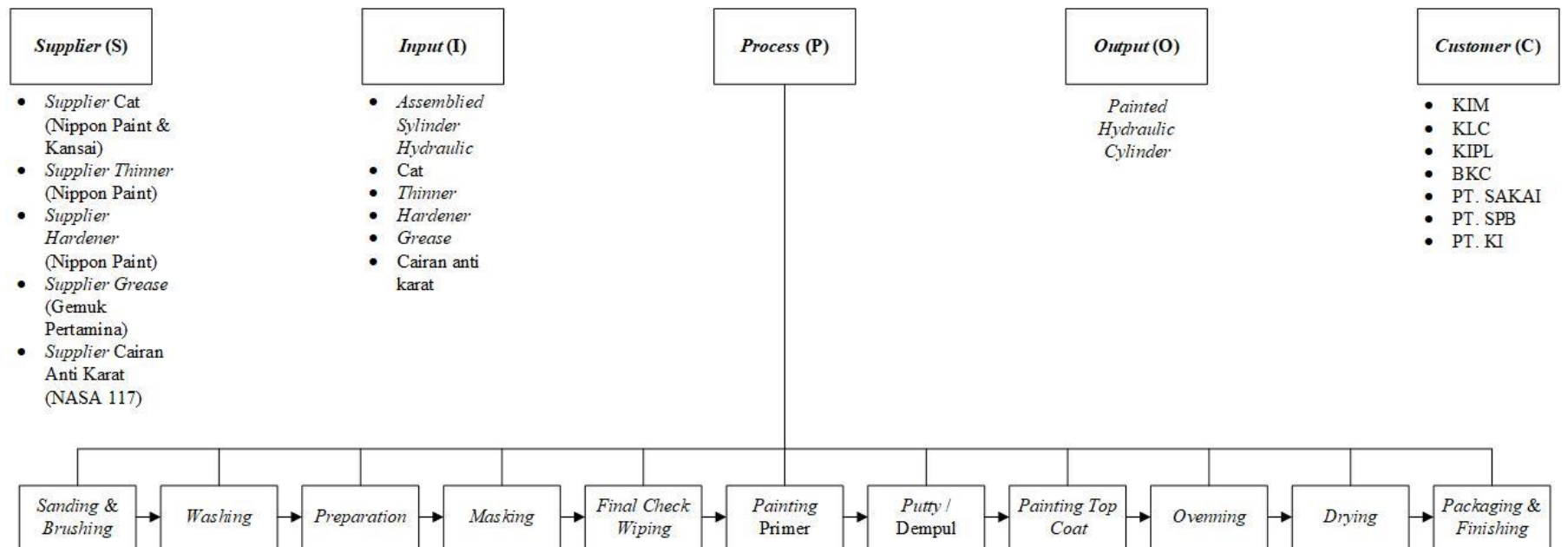
4.2 Pengolahan Data

Setelah data sudah dikumpulkan, dilakukan pengolahan data dengan metode *Six Sigma DMAIC* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

4.2.1 Six Sigma Tahap Define

Tahap yang pertama adalah tahap *define* yang dilakukan untuk mengetahui informasi mengenai letak permasalahan dari suatu proses yang dapat mempengaruhi kualitas dari produk tersebut. Pada tahap *define* dilakukan identifikasi terhadap proses yang dilakukan dengan menggunakan diagram SIPOC.

Identifikasi proses dilakukan dengan membuat diagram SIPOC dengan tujuan dapat memudahkan untuk mengetahui proses yang dilakukan perusahaan dari awal sampai akhir. Diagram SIPOC ini berfokus pada tahap akhir produksi produk silinder hidrolik yaitu tahap *painting*. Berikut merupakan diagram SIPOC yang dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.2 Diagram SIPOC Proses *Painting* Silinder Hidrolik

Berdasarkan diagram SIPOC di atas, berikut merupakan penjelasan dari setiap elemen-elemen yang ada pada diagram SIPOC.

1. *Supplier*

Supplier adalah pihak yang berperan sebagai penyedia material yang akan digunakan untuk suatu proses. Untuk proses *painting* PT Komatsu Indonesia memiliki *supplier* cat dari Nippon Paint dan Kansai, *supplier thinner* dan *hardener* dari Nippon Paint, *supplier grease* dari Gemuk Pertamina, dan *supplier* cairan anti karat dari NASA 117.

2. *Input*

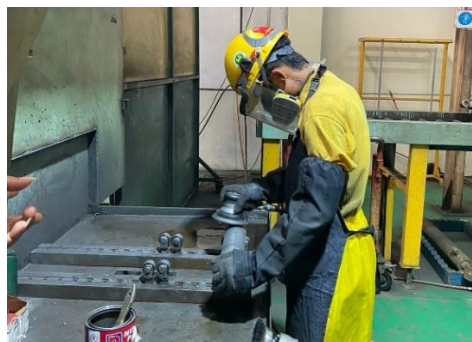
Input adalah material yang digunakan dalam suatu proses. Secara umum, *input* pada proses *painting* di PT Komatsu Indonesia adalah silinder hidrolik yang telah di-*assembly*, cat, *thinner*, *grease*, dan cairan anti karat.

3. *Process*

Process adalah serangkaian tahapan untuk mengubah *input* menjadi *output*. Silinder hidrolik yang sudah di-*assembly* maka akan masuk ke tahapan proses *painting* yang melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

a. *Sanding & Brushing*

Proses pertama, setelah silinder hidrolik di-*assembly* selanjutnya akan dilakukan proses *sanding* dengan gerinda untuk menghaluskan permukaan silinder. Setelah itu, dilakukan proses *brushing* untuk menghilangkan karat.



Gambar 4.3 Proses *Sanding*



Gambar 4.4 Proses *Brushing*

b. *Washing*

Silinder yang sudah dibersihkan menggunakan *motto cleaner* akan dimasukkan ke dalam mesin *washing*. Pada proses *washing* dilakukan dengan campuran *chemical*. Suhu pada mesin *washing* adalah $60^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$. Apabila terdapat bercak akan dilakukan *sanding* kembali pada area yang berbeda dengan pengelapan *thinner*. Setelah keluar dari mesin *washing*, silinder dikeringkan menggunakan *air blow*.



Gambar 4.5 Proses *Washing*

c. *Preparation*

Silinder yang sudah dikeringkan digantung di *trolley material* menggunakan *hanger*. *Preparation* merupakan tahapan persiapan sebelum silinder di-*painting* di mana dipastikan permukaan silinder benar-benar bersih. Proses *preparation* dilakukan pengelapan menggunakan majun dan *thinner* sampai kondisi majun putih bersih setelah pengelapan.



Gambar 4.6 Proses *Preparation*

d. *Masking*

Material yang sudah di-*prepare* di-*masking* untuk menutupi area yang tidak boleh terkena cat. Permukaan dilapisi dengan *masking tape*.



Gambar 4.7 Proses *Masking*

e. *Final Check Wiping*

Setelah di-*masking* dilakukan pengecekan kembali atau *final check* sebelum di-*painting*. Silinder wajib dilap kembali menggunakan *thinner* untuk memastikan kondisi silinder bersih.

f. *Painting Primer*

Painting primer dilakukan terlebih dahulu dan harus dipastikan bahwa *painting* merata. Kemudian, tunggu 5 – 10 menit. Proses *painting* dilakukan di dalam *painting booth* dan menggunakan *spray gun*.



Gambar 4.8 Proses *Painting Primer*

g. *Putty / Dempul*

Proses dempul mengalami perubahan yang tadinya dilakukan setelah *washing*, tetapi pada metode baru dilakukan setelah *painting* primer. Dempul bertujuan untuk menutup lubang atau permukaan yang terdapat cacat.



Gambar 4.9 Proses *Putty / Dempul*

h. *Painting Top Coat*

Proses selanjutnya adalah *painting top coat* dengan ketebalan cat minimal 80 μm . *Painting top coat* dilakukan untuk membuat permukaan silinder makin awet, tahan lama, memberikan warna yang sesuai dengan *sample*, dan memberikan sentuhan *glossy*.



Gambar 4.10 Proses *Painting Top Coat*

i. *Ovenning*

Silinder yang telah di-*painting* dimasukkan ke dalam oven dengan minimal waktu 30 menit dan suhu 80°C. Setelah proses oven, jika ditemukan cacat *painting* pisahkan silinder yang NG (*not good*).



Gambar 4.11 Proses *Ovenning*

j. *Drying*

Silinder yang keluar dari oven dilakukan proses pengeringan dengan udara terbuka. Silinder didiamkan dengan waktu minimal 1 jam pengeringan.



Gambar 4.12 Proses *Drying*

k. *Packaging & Finishing*

Proses *finishing* dilakukan dengan mengecek permukaan hasil cat, pemberian cairan anti karat, dan *grease*. Setelah itu, silinder di-*packing* dengan plastik.



Gambar 4.13 Proses *Packaging & Finishing*

4. *Output*

Output adalah hasil yang dikeluarkan dari suatu proses yang telah berjalan. *Output* pada kasus ini yang dihasilkan adalah silinder hidrolik yang sudah tercat.



Gambar 4.14 *Output Proses Painting Silinder Hidrolik*

5. *Customer*

Customer adalah pihak yang menerima hasil dari *output* yang telah melalui proses yang telah dilakukan. *Customer* dari PT Komatsu Indonesia untuk produk silinder hidrolik adalah KIM dari Itali, KLC dari Jepang, KIPL dari India, BKC dari Thailand, PT SAKAI dari Cikarang, PT SPB (Surabaya), dan PT KI di *Assembly Plant (in house)*.

4.2.2 *Six Sigma Tahap Measure*

Tahap *measure* dilakukan untuk dapat mengetahui kemampuan dari suatu proses berdasarkan *input* untuk menghasilkan *output*. Pada tahap *measure* dilakukan pembuatan peta kendali, pengelompokkan jenis cacat dengan membuat diagram pareto, dan perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) serta nilai *sigma*. Berikut adalah rekapitulasi jumlah dari total inspeksi, total cacat, dan proporsi cacat pada bulan November 2022 – Januari 2023.

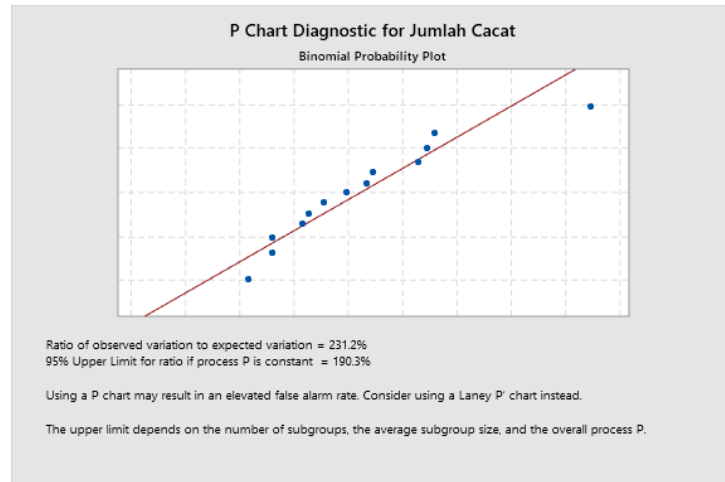
Tabel 4.4 Rekapitulasi Proporsi Cacat

No	Date	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat
1	3-Nov-22	97	20	20,62%
2	4-Nov-22	124	5	4,03%
3	11-Nov-22	103	6	5,83%
4	16-Nov-22	142	10	7,04%
5	18-Nov-22	124	6	4,84%
6	19-Nov-22	181	17	9,39%
7	5-Dec-22	202	6	2,97%
8	6-Dec-22	203	6	2,96%
9	7-Dec-22	193	13	6,74%
10	22-Dec-22	146	15	10,27%
11	7-Jan-23	188	8	4,26%
12	12-Jan-23	203	20	9,85%
13	25-Jan-23	180	4	2,22%
Total		2086	136	
Rata-rata		160,46	10,46	

1. Pembuatan Peta Kendali

Langkah pertama pada tahap *measure* dalah mengukur proses dengan menggunakan peta kendali. Tujuannya agar mengetahui apakah proses terkendali atau tidak. Peta kendali berisi pemetaan dari jumlah produk cacat dari setiap periode waktu dan memiliki batas atas serta batas bawah.

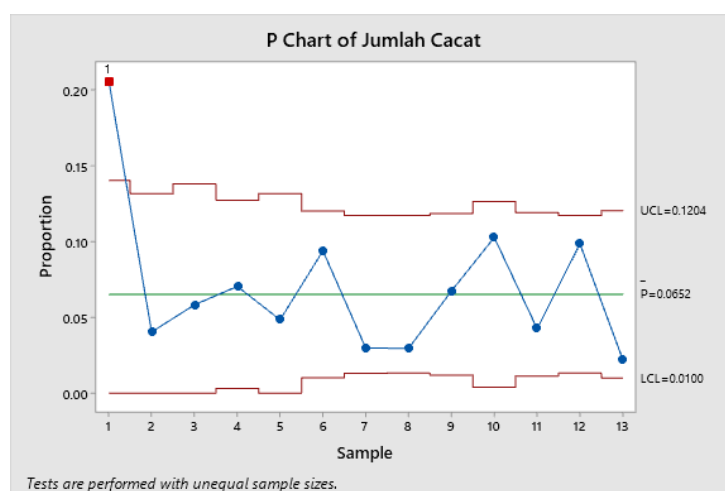
Data tersebut merupakan data atribut yang berkaitan dengan kualitas produk, sehingga peta kendali yang digunakan adalah jenis peta kendali atribut. Untuk mengetahui proporsi cacat akan digunakan peta kendali P. Sebelum dibuat peta kendali, melalui *software* Minitab dilakukan diagnosis untuk mengetahui apakah terdapat *overdispersion* dan *underdispersion* pada data. Berikut merupakan hasil diagnosis untuk peta kendali P.



Gambar 4.14 Diagnosis Peta Kendali P

Pada diagnosis peta kendali P, didapatkan rasio variasi data yang diamati dengan variasi data yang diekspektasikan berdasarkan distribusi binomial sebesar 231,2%. Adapun, batas atas pada rasio 95% jika proses P adalah konstan sebesar 190,3%. Berdasarkan hasil tersebut, data mengalami *overdispersion* yang artinya melebihi batas atas jika proses P konstan dengan variasi yang diekspektasi berdasarkan distribusi binomial bernilai lebih besar dibandingkan batas atas pada rasio 95% jika proses P konstan ($231,2\% > 190,3\%$).

Apabila digunakan peta kendali tradisional, maka dapat menyebabkan meningkatnya tingkat kesalahan karena akan ada sangat banyak data yang berada di luar batas kendali. Berikut merupakan peta kendali P tradisional.



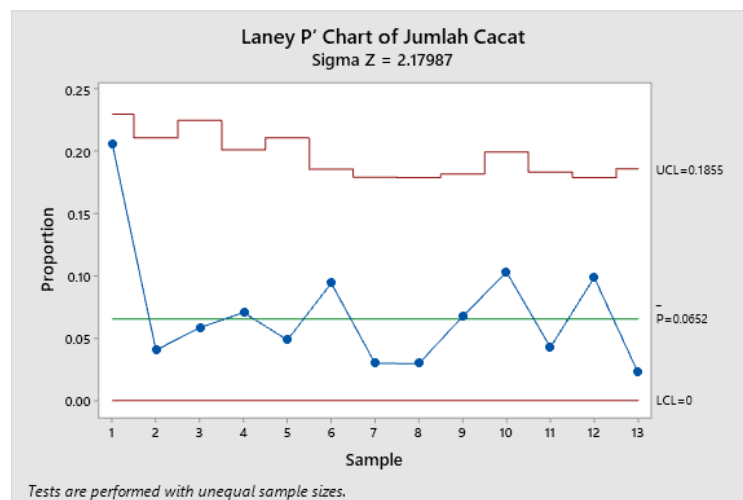
Gambar 4.15 Peta Kendali P Tradisional

Pada peta kendali P tradisional terdapat data yang berada di luar kendali. Hasil tersebut merupakan “alarm palsu” karena data yang berada di

luar batas kendali tersebut disebabkan oleh batas kendali yang terlalu sempit. Maka dari itu, hasil diagnosis mempertimbangkan untuk menggunakan peta kendali Laney P' untuk mengakomodasi *overdispersion*. Berikut merupakan perhitungan peta kendali Laney P' menggunakan Excel dan visualisasi peta kendali Laney P' menggunakan Minitab.

Tabel 4.5 Perhitungan Peta Kendali Laney P'

No	Date	Jumlah Produk i	Jumlah Cacat	P	P bar	Z	MR	MR bar	Sigma Z	UCL	LCL
1	3-Nov-22	97	20	0,2062	0,0652	5,6247		2,4589	2,1799	0,2291	-0,0987
2	4-Nov-22	124	5	0,0403	0,0652	-1,1220	6,7467	2,4589	2,1799	0,2102	-0,0798
3	11-Nov-22	103	6	0,0583	0,0652	-0,2855	0,8365	2,4589	2,1799	0,2243	-0,0939
4	16-Nov-22	142	10	0,0704	0,0652	0,2523	0,5377	2,4589	2,1799	0,2007	-0,0703
5	18-Nov-22	124	6	0,0484	0,0652	-0,7582	1,0105	2,4589	2,1799	0,2102	-0,0798
6	19-Nov-22	181	17	0,0939	0,0652	1,5655	2,3237	2,4589	2,1799	0,1852	-0,0548
7	5-Dec-22	202	6	0,0297	0,0652	-2,0434	3,6089	2,4589	2,1799	0,1788	-0,0484
8	6-Dec-22	203	6	0,0296	0,0652	-2,0569	0,0135	2,4589	2,1799	0,1785	-0,0481
9	7-Dec-22	193	13	0,0674	0,0652	0,1216	2,1785	2,4589	2,1799	0,1814	-0,0510
10	22-Dec-22	146	15	0,1027	0,0652	1,8375	1,7159	2,4589	2,1799	0,1988	-0,0684
11	7-Jan-23	188	8	0,0426	0,0652	-1,2576	3,0951	2,4589	2,1799	0,1829	-0,0525
12	12-Jan-23	203	20	0,0985	0,0652	1,9233	3,1809	2,4589	2,1799	0,1785	-0,0481
13	25-Jan-23	180	4	0,0222	0,0652	-2,3355	4,2588	2,4589	2,1799	0,1855	-0,0551
Total		2086	136	0,09101	0,0652	1,4658	29,5067	31,9656	28,3383	2,5441	-0,8490
Rata-rata		160,4615	10,4615	0,0700	0,0652	0,1128	2,4589	2,4589	2,1799	0,1957	-0,0653



Gambar 4.16 Peta Kendali Laney P'

Berdasarkan peta kendali Laney P' pada Gambar 4.16, diketahui bahwa seluruh data sudah berada di dalam batas kendali baik batas kendali atas ataupun batas kendali bawah. Oleh karena itu, tidak perlu dilakukan

perbaikan data. Data hasil produksi dan jumlah cacat pada tahap *painting* dengan rentang waktu November 2022 – Januari 2023 masih dalam kondisi terkendali. Pada peta kendali Laney P' didapatkan nilai Z lebih dari 1 ($Z > 2,17987$) artinya batas kendali pada peta kendali Laney P' bergeser menjadi lebih besar dibandingkan batas kendali pada peta kendali p tradisional untuk mengakomodasi data *overdispersion*.

Berdasarkan peta kendali Laney P' pada Gambar 4.15, berikut merupakan contoh perhitungan untuk data ke-4 (16 November 2022) pada tabel perhitungan peta kendali Laney P'.

$$\begin{aligned}
 \text{Plotted Points } (p_i) &= \frac{x_i}{n_i} \\
 &= \frac{10}{142} \\
 &= 0,0704 \\
 \text{Center Line } (p) &= \frac{\sum x_i}{\sum n_i} \\
 &= \frac{136}{2086} \\
 &= 0,0652 \\
 \text{Z-score } (z_i) &= \frac{(p_i - p)}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}}} \\
 &= \frac{(0,0704 - 0,0652)}{\sqrt{\frac{0,0652(1 - 0,0652)}{142}}} \\
 &= 0,2523 \\
 \text{Moving Range } (MR_i) &= |z_i - z_{i-1}| \\
 &= |0,2523 - (-2,2855)| \\
 &= 0,5377 \\
 \text{Average Moving Range } (\overline{MR}) &= \frac{\sum MR_i}{N-1} \\
 &= \frac{29,5067}{13-1} \\
 &= 2,4589 \\
 \text{Sigma Z } (\sigma_z) &= \frac{\overline{MR}}{1,128} \\
 &= \frac{2,4589}{1,128} \\
 &= 2,1799
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Upper Limit Control (UCL)} &= p + k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}} \sigma z \\
&= 0,0652 + 3 \sqrt{\frac{0,0652(1-0,0652)}{142}} 2,1799 \\
&= 0,1384 \\
\text{Lower Limit Control (LCL)} &= p - k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}} \sigma z \\
&= 0,0652 - 3 \sqrt{\frac{0,0652(1-0,0652)}{142}} 2,1799 \\
&= -0,1325
\end{aligned}$$

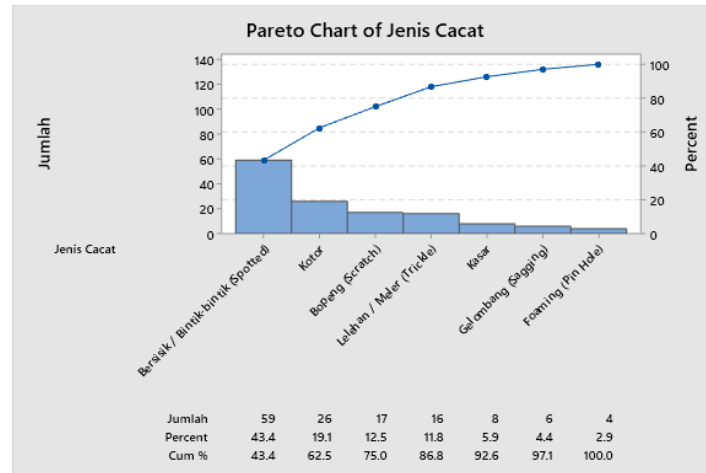
2. Pengelompokkan Jenis Cacat dan Pembuatan Diagram Pareto

Pada pengumpulan data diketahui terdapat 14 jenis cacat dan terdapat data jumlah cacat berdasarkan jenisnya pada November 2022 – Januari 2023. Berdasarkan pengumpulan data jumlah cacat dan jenisnya dilakukan perhitungan frekuensi cacat pada November 2022 – Januari 2023. Berikut merupakan tabel perhitungan frekuensi cacat November 2022 – Januari 2023.

Tabel 4.6 Perhitungan Frekuensi Cacat November 2022 – Januari 2023

No	Jenis Cacat	Jumlah	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Bersisik / Bintik-bintik (<i>Spotted</i>)	59	0,434	0,434
2	Gelombang (<i>Sagging</i>)	6	0,044	0,478
3	<i>Foaming</i> (Pin Hole)	4	0,029	0,507
4	Lelehan / Meler (<i>Trickle</i>)	16	0,118	0,625
5	Kotor	26	0,191	0,816
6	Bopeng	17	0,125	0,941
7	Kasar	8	0,059	1,000
TOTAL		136	100%	

Dari 14 jenis cacat, pada periode November 2022 – Januari 2023, hanya ditemukan 7 jenis cacat. Dari data di atas maka dapat dibuat diagram pareto untuk mengetahui cacat yang paling dominan atau paling sering terjadi selama November 2022 – Januari 2023 sehingga perlu prioritas penanganan untuk dibuat penyelesaian masalahnya. Berikut merupakan diagram pareto *defect painting*.



Gambar 4.17 Diagram Pareto *Defect Painting*

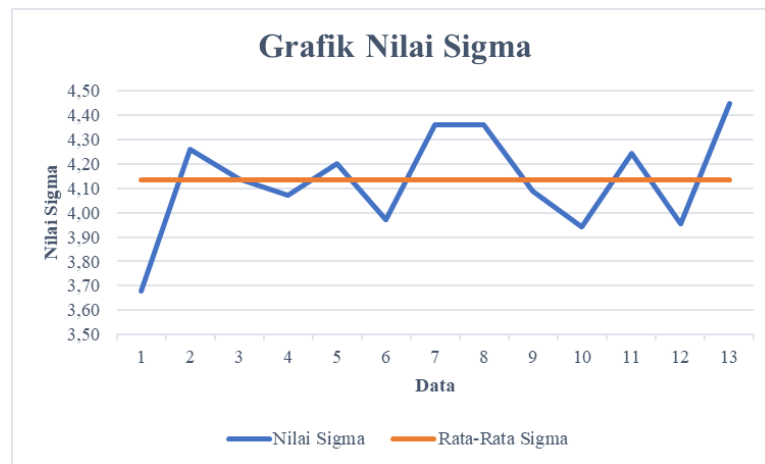
Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 4.16, maka dapat diketahui jenis cacat yang paling dominan dan perlu penanganan khusus pada proses *painting* silinder hidrolik di PT Komatsu Indonesia selama bulan November 2022 – Januari 2023 adalah bersisik / bintik-bintik (*spotted*) dengan persentase 45%. Cacat bintik merupakan jenis cacat yang paling besar yang mengakibatkan penurunan tingkat kualitas.

3. Perhitungan Nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan *Sigma*

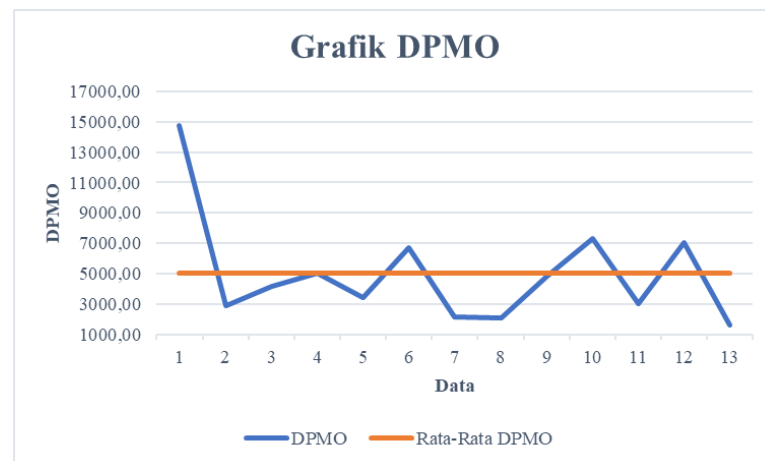
Nilai *sigma* adalah suatu nilai metrik proses yang dapat menunjukkan performa proses dan dapat digunakan sebagai tolak ukur untuk melakukan tindakan perbaikan. Berdasarkan data produk cacat pada proses *painting* silinder hidrolik periode November 2022 – Januari 2023 diperoleh jumlah cacat sebesar 136 unit dan jumlah produksi sebesar 2086 unit. Pada perhitungan nilai *sigma* mengizinkan adanya pergeseran sebesar 1,5 *sigma* sedangkan banyaknya *opportunity* yang digunakan adalah sebanyak 14 di mana nilai itu adalah kemungkinan jenis cacat yang bisa terjadi. Berikut merupakan perhitungan DPMO dan nilai *sigma* beserta grafiknya.

Tabel 4.7 Perhitungan DPMO dan Nilai *Sigma*

No	Date	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	CTQ	DPMO	Nilai Sigma
1	3-Nov-22	97	20	14	14727,54	3,68
2	4-Nov-22	124	5	14	2880,18	4,26
3	11-Nov-22	103	6	14	4160,89	4,14
4	16-Nov-22	142	10	14	5030,18	4,07
5	18-Nov-22	124	6	14	3456,22	4,20
6	19-Nov-22	181	17	14	6708,76	3,97
7	5-Dec-22	202	6	14	2121,64	4,36
8	6-Dec-22	203	6	14	2111,19	4,36
9	7-Dec-22	193	13	14	4811,25	4,09
10	22-Dec-22	146	15	14	7338,55	3,94
11	7-Jan-23	188	8	14	3039,51	4,24
12	12-Jan-23	203	20	14	7037,30	3,96
13	25-Jan-23	180	4	14	1587,30	4,45
Total		2086	136			
Rata-Rata				14	5000,81	4,13



Gambar 4.18 Grafik DPMO



Gambar 4.19 Grafik Nilai Sigma

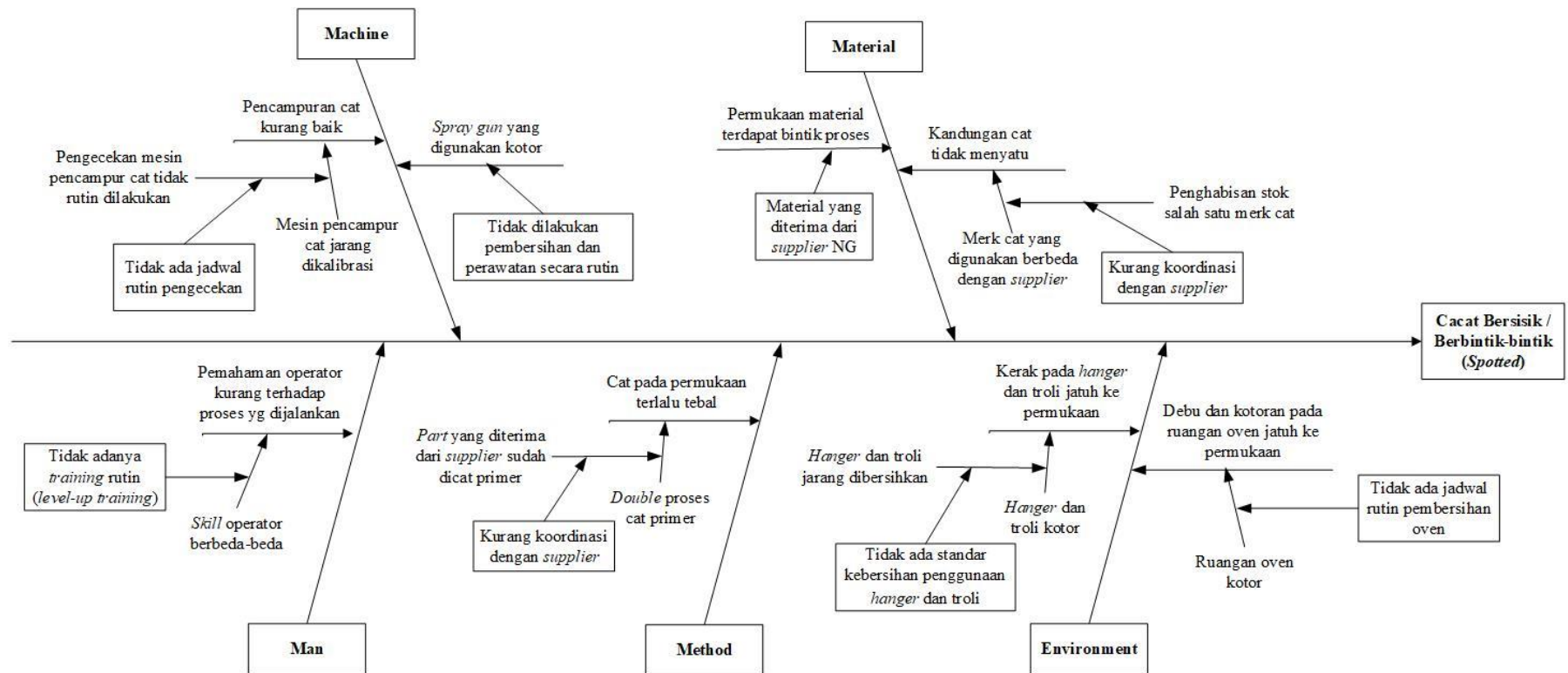
Nilai *sigma* tertinggi adalah 6 dengan DPMO 3,4 yang artinya proses produksi tersebut hanya menghasilkan sebanyak 3,4 cacat untuk satu juta produknya. Berdasarkan perhitungan DPMO dan nilai *sigma* diperoleh rata-

rata DPMO sebesar 5000,81 dan rata-rata nilai *sigma* sebesar 4,13. Rata-rata DPMO menunjukkan bahwa dalam produksi 1.000.000 (1 juta) unit silinder hidrolik terdapat 5000,81 kemungkinan produk mengalami cacat. Berdasarkan Tabel 2.1, diketahui bahwa tingkat rata-rata industri di Indonesia adalah level 2 *sigma* dan rata-rata industri USA adalah 4 *sigma*. Rata-rata nilai *sigma* pada perhitungan di atas sebesar 4,13 yang artinya produksi silinder hidrolik hasil *painting* di *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia berada pada tingkat rata-rata industri USA.

Nilai DPMO tersebut jika dicocokkan dengan uraian *Cost of Poor Quality* (COPQ) pada Tabel 2.1, berada di level 4 *sigma* yang artinya biaya yang dikeluarkan akibat produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi adalah 15%-25% dari penjualan. Hal tersebut menandakan bahwa proses tersebut masih harus terus dikendalikan dan ditingkatkan secara terus menerus agar kualitas produk yang dihasilkan akan makin baik.

4.2.3 Six Sigma Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* akan diidentifikasi dan dianalisis mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya produk cacat silinder hidrolik pada proses *painting*. Tahap *analyze* dilakukan dengan pembuatan *cause-effect* diagram. *Cause-effect* diagram ini difokuskan pada cacat yang paling dominan terjadi yaitu adalah cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*). Maka dari itu akan dianalisis penyebab terjadinya cacat *painting* bintik. Cacat bintik dapat disebabkan oleh dua hal yaitu cacat bintik akibat proses dan akibat kebersihan. Berikut merupakan gambar *cause-effect* diagram cacat bintik pada proses *painting*.



Gambar 4.20 Cause-Effect Diagram

Berdasarkan *cause-effect* diagram didapat terdapat lima faktor penyebab cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*) yaitu faktor *man*, *machine*, *material*, *method*, dan *environment*. Faktor *machine* yang menjadi penyebab cacat bintik adalah pencampuran cat yang kurang baik disebabkan oleh mesin pencampur cat jarang dikalibrasi, pengecekan mesin pencampur cat tidak rutin dilakukan, dan tidak ada jadwal rutin pengecekan. Selain itu, faktor *machine* lainnya adalah *spray gun* yang digunakan kotor disebabkan oleh tidak dilakukan pembersihan dan perawatan secara rutin. Faktor *material* yang menjadi penyebab cacat bintik adalah permukaan material terdapat bintik proses disebabkan oleh material yang diterima dari *supplier* NG. Selain itu, faktor *material* lainnya adalah kandungan cat tidak menyatu disebabkan oleh merk cat yang digunakan berbeda dengan *supplier*, penghabisan stok salah satu merk cat, dan kurang koordinasi dengan *supplier*. Faktor *man* yang menjadi penyebab cacat bintik adalah pemahaman operator kurang terhadap proses yang dijalankan disebabkan oleh *skill* operator yang berbeda-beda dan tidak adanya *training* rutin (*level-up training*). Faktor *method* yang menjadi penyebab cacat bintik adalah cat pada permukaan terlalu tebal disebabkan oleh *double* proses cat primer, *part* yang diterima dari *supplier* sudah dicat primer, dan kurang koordinasi dengan *supplier*. Faktor *environment* yang menjadi penyebab cacat bintik adalah kerak pada *hanger* dan troli jatuh ke permukaan disebabkan oleh *hanger* dan troli kotor, *hanger* dan troli jarang dibersihkan, dan tidak ada standar kebersihan penggunaan *hanger* dan troli. Selain itu, faktor *environment* lainnya adalah debu dan kotoran pada ruangan oven jatuh ke permukaan disebabkan oleh ruangan oven kotor dan tidak ada jadwal rutin pembersihan oven. Faktor penyebab tersebut selanjutnya akan menjadi mode kegagalan potensial yang akan dianalisis efek kegagalan potensial dan penyebab potensialnya pada tahap selanjutnya yaitu tahap *improve*.

4.2.4 Six Sigma Tahap Improve

Tahap *improve* dilakukan dengan memberikan usulan solusi perbaikan kepada perusahaan berdasarkan tahap yang telah dilakukan sebelumnya. Usulan solusi perbaikan didasarkan pada identifikasi penyebab terjadinya

cacat produk. Tahap *improve* menggunakan tools *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penilaian risiko melalui FMEA mempertimbangkan tiga faktor yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Setelah itu, akan dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan prioritas perbaikan yang harus dilakukan. Berikut merupakan tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Tabel 4.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Mode Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Nilai			RPN	Tindakan yang Disarankan
			S	O	D		
Pencampuran cat kurang baik	Pencampuran cat belum merata sempurna	Pengecekan mesin pencampur cat belum rutin dilakukan, mesin pencampur cat jarang dikalibrasi, belum ada jadwal rutin pengecekan	4	7	5	140	Menetapkan jadwal rutin kalibrasi mesin pencampur cat, melakukan patroli untuk pengecekan rutin baik sebelum maupun selesai digunakan
<i>Spray gun</i> yang digunakan kotor	Cat yang dikeluarkan dari <i>spray gun</i> terdapat kotoran	Belum adanya jadwal pembersihan dan perawatan <i>spray gun</i> secara rutin	5	3	6	90	Membuat SOP pembersihan <i>spray gun</i> beserta rentang waktu periodenya, membuat <i>check sheet</i> pembersihan <i>spray gun</i> / pencatatan waktu pembersihan dan <i>life time</i> pemakaian
Permukaan material terdapat bintik proses	Permukaan material belum benar-benar halus	Material yang diterima dari <i>supplier</i> NG (<i>not good</i>)	5	3	5	75	Meningkatkan ketelitian pada pengecekan produk yang diterima dari <i>supplier</i> agar jika NG (<i>not good</i>) tidak diloloskan dan dapat melakukan klaim produk
Pemahaman operator kurang terhadap proses yang dijalankan	Proses belum berjalan sesuai dengan WI (<i>work instruction</i>) dan SOP	<i>Skill</i> operator berbeda-beda, belum adanya jadwal <i>refreshment</i> atau <i>training</i> operator	5	4	4	80	Mengadakan <i>refreshment</i> dan <i>training</i> kepada operator <i>painting</i> setiap 1-3 bulan sekali
Bagian yang sudah terkena cat primer terkena cat primer lagi	Cat pada permukaan terlalu tebal	<i>Part</i> yang diterima dari <i>supplier</i> sudah dicat primer, <i>double</i> proses cat primer, belum adanya pengaturan khusus ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer	6	5	6	180	Melakukan evaluasi terkait pengaturan ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer serta melakukan <i>trial</i> . Perlu pencatatan tanggal penerimaan dan <i>life time</i> produk yang disimpan di <i>warehouse</i> agar tidak disimpan terlalu lama untuk mencegah karatan
<i>Hanger</i> dan troli yang digunakan kotor	Kerak pada <i>hanger</i> dan troli jatuh ke permukaan	<i>Hanger</i> dan troli jarang dibersihkan, belum ada standar kebersihan penggunaan <i>hanger</i> dan troli	6	5	2	60	Melakukan pembersihan <i>hanger</i> dan troli setiap hari, menetapkan standar kebersihan <i>hanger</i> dan troli yang boleh digunakan, mencatat <i>life time</i> pemakaian
Ruangan oven kotor	Debu dan kotoran pada ruangan oven menempel pada permukaan cat yang belum kering	belum ada jadwal rutin pembersihan ruangan oven, oven dibersihkan jika sudah sangat kotor	7	6	2	84	Membuat jadwal rutin pembersihan oven setiap 3-5 hari sekali dan melakukan patroli

Tabel 4.9 Prioritas Usulan Perbaikan

Penyebab Potensial	RPN	Tindakan yang Disarankan
<i>Part</i> yang diterima dari <i>supplier</i> sudah dicat primer, <i>double</i> proses cat primer, belum adanya pengaturan khusus ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer	180	Melakukan evaluasi terkait pengaturan ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer serta melakukan <i>trial</i> . Perlu pencatatan tanggal penerimaan dan <i>life time</i> produk yang disimpan di <i>warehouse</i> agar tidak disimpan terlalu lama untuk mencegah karatan
Pengecekan mesin pencampur cat belum rutin dilakukan, mesin pencampur cat jarang dikalibrasi, belum ada jadwal rutin pengecekan	140	Menetapkan jadwal rutin kalibrasi mesin pencampur cat, melakukan patroli untuk pengecekan rutin baik sebelum maupun selesai digunakan
Belum adanya jadwal pembersihan dan perawatan <i>spray gun</i> secara rutin	90	Membuat SOP pembersihan <i>spray gun</i> beserta rentang waktu periodenya, membuat <i>check sheet</i> pembersihan <i>spray gun</i> / pencatatan waktu pembersihan dan <i>life time</i> pemakaian

Berdasarkan perhitungan RPN, didapatkan mode kegagalan potensial pada proses *painting* dengan nilai RPN tertinggi yaitu 180 dan nilai RPN terendah yaitu 60. Pada Tabel 4.9 telah diurutkan prioritas tindakan yang perlu dilakukan sesuai dengan prioritas yang telah diusulkan. Ketigausulan prioritas tersebut menjadi prioritas untuk dilaksanakan. Diharapkan dengan adanya perbaikan dapat terjadi peningkatan kualitas dan perusahaan dapat mencapai target sedekat mungkin dengan *zero defect*. Pelaksanaannya dapat dikendalikan dan dapat terus ditingkatkan pada tahap selanjutnya yaitu tahap *control*.

4.2.5 Six Sigma Tahap Control

Tahap *control* merupakan tahap terakhir pada *Six Sigma*. Tahap *control* dilakukan sebagai pengendalian yang bertujuan untuk meningkatkan proses produksi terhadap usulan solusi perbaikan yang telah diberikan agar mencapai hasil yang diharapkan.

Usulan yang diberikan dapat diimplementasikan dan dapat dievaluasi untuk perbaikan yang berkelanjutan. Usulan tersebut dapat distandardisasi dengan pembuatan *standard operation procedure* (SOP) atau penjadwalan

kegiatan. Pada tahap *control* dilakukan dokumentasi dan penjabaran kepada *staff* di PT Komatsu Indonesia agar usulan perbaikan dapat dijadikan pertimbangan untuk dapat dilaksanakan pada proses produksi di masa yang akan datang. Pengendalian yang dapat dilakukan adalah *supervisor* terus memantau dan memastikan proses dalam kondisi terkendali dengan mengombinasi perhitungan nilai *sigma* dengan metode yang selama ini dilakukan di perusahaan yaitu persentase *defect* dibanding total *output*. Adapun dengan terus memperbarui dokumen panduan seperti SOP dan *work instruction* secara berkala agar dokumen terus *ter-update* dan sesuai dengan kondisi terkini. Untuk *inspection*, dapat melakukan rekam data perbaikan dari jenis *defect* yang sering terjadi dengan melakukan perbandingan proses perbaikan saat ini dengan yang sebelumnya dan melakukan pengawasan yang lebih ketat. Namun, hasil dari tahap *control* tidak dijelaskan pada laporan ini karena kurangnya waktu penelitian.



BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Bab ini menjelaskan mengenai analisis dan interpretasi hasil dari pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan pada setiap tahapan *Six Sigma* DMAIC sebagai usulan perbaikan produk cacat di PT Komatsu Indonesia.

5.1 Analisis Pengumpulan Data

Subbab ini menjelaskan mengenai analisis pengumpulan data yang dilakukan selama penelitian di PT Komatsu Indonesia pada proses *painting*.

Pengumpulan data awal dengan mengamati proses produksi silinder hidrolik dari awal sampai akhir. Silinder hidrolik melalui beberapa tahapan proses produksi. Pada *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia dibuat 3 *line* untuk membuat 3 *part* utama pada silinder hidrolik yaitu *tube*, *rod*, dan *compo*. Pada tahap produksi *tube* material terdapat proses *welding port & flange*, *skiving*, NC *lathe*, dan *welding bottom / flange*. Pada tahap produksi *rod* material terdapat proses *cutting*, NC *lathe*, dan *welding rod head*. Pada tahap produksi *compo* material terdapat proses *cutting (for bar)*, NC *lathe*, dan *machining*. Setelah proses produksi dilakukam, *part* tersebut akan di-*assembly* bersama dengan *part* lainnya yaitu *finish compo*, *seal*, *bolt*, *bush*, dan *pipe*.

PT Komatsu Indonesia mengklasifikasikan 14 jenis cacat *painting* yang tidak boleh ada pada produk silinder hidrolik yaitu kusam, gelembung / melepuh (*blister*), keriput / kulit jeruk (*orange peels*), bersisik / bintik-bintik (*spotted*), retak / bergaris (*crack*), gelombang (*sagging*), mengelupas (*sagging*), *foaming* (*pin hole*), lelehan / meler (*trickle*), kotor, *spatter*, cekungan pada permukaan (*dent*), bopeng, dan kasar.

Rekapitulasi data *defect* yang dilakukan yaitu pada *final inspection painting* 3 bulan terakhir yaitu mulai bulan November 2022 – Januari 2023. Dalam rentang waktu tersebut tidak setiap hari selalu ditemukan *defect* produk. Rekapitulasi jumlah produk *defect* diklasifikasikan sesuai dengan jenisnya. Didapatkan bahwa terdapat total 131 *unit* yang terdapat cacat *painting* pada rentang waktu November 2022 – Januari 2023 dengan detail cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*) sejumlah

59 unit, retak / bergaris (*crack*) sejumlah 6 unit, *foaming* / *pin hole* sejumlah 4 unit, lelehan / meler (*trickle*) sejumlah 16 unit, kotor sejumlah 14 unit, bopeng sejumlah 17 unit, dan kasar sejumlah 15 unit.

5.2 Analisis Six Sigma Tahap Define

Subbab ini menjelaskan mengenai analisis pengolahan data dengan metode *Six Sigma* DMAIC pada tahapan *define*.

Proses produksi di PT Komatsu Indonesia diidentifikasi menggunakan diagram *supplier, input, process, output*, dan *customer* (SIPOC). *Supplier* yang bekerjasama dengan PT Komatsu Indonesia adalah *supplier* cat dari Nippon Paint dan Kansai, *supplier thinner* dari Nippon Paint, *supplier hardener* dari Nippon Paint, *supplier grease* dari Gemuk Pertamina, dan *supplier* cairan anti karat dari NASA 117. *Supplier* tersebut menjadi penyedia bahan baku untuk proses *painting* atau sebagai *input* yaitu *assembled sylinder hydraulic*, cat, *thinner*, *hardener*, *grease*, dan cairan anti karat. Selanjutnya pada diagram SIPOC menggambarkan proses *painting* silinder hidrolik di PT Komatsu Indonesia yaitu *sanding & brushing* (menghaluskan permukaan & menghilangkan karat), *washing* (pembersihan dengan mesin *washing*), *preparation* (pembersihan menggunakan majun dan *thinner*), *masking* (menutupi area yang tidak boleh terkena cat), *final check wiping* (mengelap kembali menggunakan *thinner* untuk memastikan kondisi bersih), *painting* primer (pengecatan warna dasar), *putty* / dempul (menutup lubang atau permukaan yang terdapat cacat), *painting top coat* (pengecatan bagian permukaan atas), *ovenning* (pengeringan dengan suhu tinggi), *drying* (pengeringan dengan udara terbuka), *packaging & finishing* (pengemasan produk). Dari berlangsungnya proses *painting* dari awal sampai akhir *output*-nya adalah silinder hidrolik yang sudah tercat dengan keadaan yang baik tanpa cacat. Setelah itu, produk silinder hidrolik dapat diserahkan kepada *customer* baik dari dalam negeri maupun luar negeri. *Customer* silinder hidrolik dari PT Komatsu Indonesia adalah KIM dari Itali, KLC dari Jepang, KIPL dari India, BKC dari Thailand, PT SAKAI dari Cikarang, PT SPB (Surabaya), dan PT KI di *Assembly Plant (in house)*. Pengidentifikasian proses menggunakan diagram SIPOC penting dilakukan untuk menggambarkan seluruh proses yang terjadi sebagai langkah awal penentuan lokasi permasalahan yang akan dicari solusinya.

5.3 Analisis Six Sigma Tahap Measure

Subbab ini menjelaskan mengenai analisis pengolahan data dengan metode Six Sigma DMAIC pada tahapan *measure*.

Dilakukan rekapitulasi jumlah produksi, jumlah cacat, dan proporsi cacat pada periode November 2022 – Januari 2023 terdapat 14 hari ditemukan produk yang cacat. Didapatkan jumlah proporsi cacat pada tanggal 3 November 2022 sebesar 20,62%, tanggal 4 November 2022 sebesar 4,03%, tanggal 11 November 2022 sebesar 5,83%, tanggal 16 November 2022 sebesar 7,04%, tanggal 18 November 2022 sebesar 4,84%, tanggal 19 November 2022 sebesar 9,39%, tanggal 5 Desember 2022 sebesar 2,97%, tanggal 6 Desember 2022 sebesar 2,96%, tanggal 7 Desember 2022 sebesar 6,74%, tanggal 22 Desember 2022 sebesar 6,74%, tanggal 7 Januari 2023 sebesar 4,26%, tanggal 12 Januari 2023 sebesar 9,85%, dan tanggal 25 Januari 2023 sebesar 2,22%. Berdasarkan rekapitulasi tersebut, didapatkan total jumlah produksi sebesar 2086 unit dengan rata-rata per harinya 160,46 unit dan jumlah cacat sebesar 136 unit dengan rata-rata per harinya 10,46 unit. Jumlah proporsi cacat terbesar didapati pada tanggal 3 November 2022 sebesar 20,62% dengan rincian jumlah produksi 97 unit dan jumlah cacat 20 unit. Jumlah proporsi cacat terkecil didapati pada tanggal 6 Desember 2022 sebesar 2,96% dengan rincian jumlah produksi 203 unit dan jumlah cacat 6 unit.

Data tersebut merupakan data atribut yang kemudian diolah menggunakan *software* Minitab untuk dibuat peta kendali P. Pembuatan peta kendali untuk melihat apakah proses sudah terkendali atau belum dan untuk membantu pengendalian kualitas dengan memberikan informasi mengenai kapan dan di mana perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas. Pertama dilakukan diagnosis data terlebih dahulu untuk melihat apakah data mengalami *overdispersion* dan *underdispersion* atau tidak. Berdasarkan diagnosis peta kendali P, didapati rasio variasi data yang diamati dengan variasi yang diekspektasikan berdasarkan distribusi binomial sebesar 231,2%. Adapun, batas atas pada rasio 95% jika proses P adalah konstan sebesar 190,3%. Berdasarkan hasil tersebut, data mengalami *overdispersion* yang artinya melebihi batas atas jika proses P konstan dengan variasi yang diekspektasi berdasarkan distribusi

binomial bernilai lebih besar dibandingkan batas atas pada rasio 95% jika proses P konstan ($231,2\% > 190,3\%$). Berdasarkan hasil diagnosis, jika digunakan peta kendali P tradisional maka hasil yang didapatkan akan menjadi “alarm palsu” karena akan sangat banyak data yang berada di luar batas kendali yang disebabkan oleh batas kendali yang terlalu sempit. Oleh karena itu, digunakan peta kendali Laney P’ yang dapat mengakomodasi *overdispersion*. Dilakukan perhitungan peta kendali Laney P’ menggunakan Excel. Pada perhitungan dicari nilai P, P bar, Z, MR, MR bar, *sigma* Z, UCL, dan LCL. Setelah itu, data diolah dengan *software* Minitab didapatkan bahwa seluruh data sudah berada dalam batas kendali sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan data. Hal tersebut menandakan bahwa jumlah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan. Pada peta kendali Laney P’ didapatkan nilai Z lebih dari 1 ($Z > 2,17987$) artinya batas kendali pada peta kendali Laney P’ bergeser menjadi lebih besar dibandingkan batas kendali pada peta kendali p tradisional untuk mengakomodasi data *overdispersion*. Didapatkan juga hasil dari Minitab nilai P bar atau proporsi cacat rata-rata sebesar 0,0652 atau 6,52%. PT Komatsu Indonesia memiliki pencapaian *zero defect* namun belum memiliki target batas cacat yang diperbolehkan sehingga menyebabkan proporsi cacat yang muncul sangat bervariasi. Oleh karena itu, perlu ditetapkan batas cacat yang diperbolehkan pada tahap selanjutnya.

Tahap selanjutnya dilakukan pengelompokan jenis cacat dan pembuatan diagram pareto. Dibuat rekapitulasi jenis cacat dan didapati cacat yang muncul beserta jumlahnya yaitu bersisik / bintik-bintik (*spotted*) 59 unit, gelombang (*sagging*) 6 unit, *foaming* (*pin hole*) 4 unit, lelehan / meler (*trickle*) 16 unit, kotor 14 unit, bopeng 17 unit, dan kasar 15 unit dengan total 131 unit. Dari 14 jenis cacat unit yang dijabarkan pada pengumpulan data, pada periode November 2022 – Januari 2023 hanya ditemukan 7 jenis cacat yang terjadi. Setelah itu, dilakukan pembuatan diagram pareto *defect painting* dengan *software* Minitab untuk mengetahui prioritas cacat tertinggi untuk dilakukan penanganan. Berdasarkan diagram pareto, didapatkan jenis cacat yang paling dominan dan perlu penanganan khusus pada proses *painting* silinder hidrolik di PT Komatsu Indonesia selama bulan November 2022 – Januari 2023 adalah bersisik / bintik-bintik (*spotted*) dengan persentase 45%. Cacat bintik merupakan jenis cacat yang paling besar

yang mengakibatkan penurunan tingkat kualitas. Dengan demikian, cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*) akan menjadi prioritas perbaikan dan akan dianalisis lebih rinci.

Tahap selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan nilai *sigma*. Pada perhitungan DPMO didapatkan nilai DPMO rata-rata proses sebesar 5000,81. Rata-rata DPMO menunjukkan bahwa dalam produksi 1.000.000 (1 juta) unit silinder hidrolik terdapat 5000,81 kemungkinan produk mengalami cacat. Nilai *sigma* rata-rata yang didapatkan adalah 4,13. Nilai tersebut sudah berada di atas rata-rata industri Indonesia yang nilai *sigma*-nya adalah 2 dan rata-rata industri USA yang nilai *sigma*-nya adalah 4. Hal tersebut artinya produksi silinder hidrolik hasil *painting* di *Hydraulic Plant* PT Komatsu Indonesia berada pada tingkat rata-rata industri USA. Hal tersebut dikatakan sudah baik namun dapat terus ditingkatkan untuk mencapai nilai *sigma* yang lebih tinggi lagi bahkan mencapai *six sigma*. Nilai DPMO tersebut jika dicocokkan dengan uraian *Cost of Poor Quality* (COPQ), berada di level 4 *sigma* yang artinya biaya yang dikeluarkan akibat produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi adalah 15%-25% dari penjualan. Hal tersebut menandakan bahwa proses tersebut masih harus terus dikendalikan dan ditingkatkan secara terus menerus agar kualitas produk yang dihasilkan akan makin baik.

5.4 Analisis Six Sigma Tahap Analyze

Subbab ini menjelaskan mengenai analisis pengolahan data dengan metode *Six Sigma DMAIC* pada tahapan *analyze*.

Identifikasi dan analisis faktor penyebab terjadinya produk cacat di PT Komatsu Indonesia dilakukan dengan menggunakan *cause-effect* diagram. Pada pembuatan *cause-effect* diagram difokuskan pada cacat yang paling dominan terjadi adalah cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*). Maka dari itu akan dianalisis penyebab terjadinya cacat *painting* bintik. Didapatkan ada empat faktor yang berpengaruh terhadap cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*) yaitu *machine* (mesin), *method* (metode), material, dan *environment* (lingkungan). Pada faktor *machine*, mesin menjadi penyebab terjadinya cacat bintik adalah pengecekan mesin pencampur cat tidak rutin dilakukan. Mesin pencampur cat dapat bermasalah apabila jarang dikalibrasi. Meskipun bekerja secara otomatis, perlu

dilakukan pengecekan secara rutin agar mesin bekerja sesuai standar yang ditetapkan. Pada faktor *method*, metode yang menjadi penyebab terjadinya cacat bintik adalah saat cat belum kering sudah ditimpa dengan cat lagi yang mana akan menyebabkan cat belum kering sempurna. Adapun, dilakukan *double* proses cat primer sehingga cat yang disemprotkan pada permukaan terlalu tebal. Hal tersebut karena *supplier* sudah melakukan *painting* primer pada salah satu bagian silinder, sehingga ketika masuk ke area *painting* di Komatsu Indonesia bagian tersebut ikut terkena cat primer lagi. Faktor *method* lainnya adalah tidak membersihkan *spray gun* yang telah digunakan. Pada faktor *material*, material menjadi penyebab terjadinya cacat bintik karena perbedaan jenis merk cat yang digunakan. PT Komatsu Indonesia menggunakan dua merk cat, tidak konsistennya penggunaan cat pada satu produk dapat memicu terjadinya cacat bintik. Hal itu disebabkan oleh penghabisan stok salah satu merk cat dan tidak selarasnya merk cat yang digunakan oleh *supplier* silinder dengan yang digunakan oleh Komatsu Indonesia. Pada faktor *environment*, lingkungan menjadi penyebab terjadinya cacat bintik adalah ruangan oven yang kotor karena jarang dibersihkan serta tidak ada waktu rutin pembersihan. Adapun, faktor dari *hanger* dan troli yang digunakan kotor karena tidak dilakukan pembersihan rutin dan tidak ada standar kebersihan penggunaan *hanger* dan troli. Faktor *man* tidak memberikan pengaruh karena cacat bintik tetap sering ditemukan meskipun operator yang melakukan proses *painting* berbeda-beda. Hal tersebut menunjukkan bahwa *skill* operator tidak berpengaruh, karena baik junior maupun senior tetap menemukan cacat bintik. Oleh karena itu, penyebab cacat bintik disebabkan dari faktor-faktor lainnya.

Faktor penyebab tersebut selanjutnya akan menjadi mode kegagalan potensial yang akan dianalisis efek kegagalan potensial dan penyebab potensialnya secara lebih dalam pada tahap selanjutnya yaitu tahap *improve*.

5.5 Analisis Six Sigma Tahap Improve

Subbab ini menjelaskan mengenai analisis pengolahan data dengan metode *Six Sigma DMAIC* pada tahapan *improve*.

Perbaikan kualitas dilakukan dengan metode *Failuer Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada semua mode kegagalan potensial yang sudah diketahui. Mode kegagalan potensial diidentifikasi berdasarkan jenis cacat yang paling

dominan yaitu cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*) dengan mempertimbangkan faktor *machine*, *method*, *material*, dan *environment*. Dengan FMEA, dapat diketahui prioritas penyebab cacat yang harus diperbaiki berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Nilai RPN didapatkan dari perkalian nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Nilai RPN tertinggi akan menjadi prioritas untuk dilakukan tindakan perbaikan agar dapat mengurangi *defect* produk.

Berdasarkan FMEA didapatkan 7 mode kegagalan potensial. Mode kegagalan potensial pertama yang muncul adalah pencampuran cat kurang baik. Efek kegagalan potensial yang muncul adalah pencampuran cat tidak merata sempurna. Hal tersebut disebabkan oleh pengecekan mesin pencampur cat tidak rutin dilakukan, mesin pencampur cat jarang dikalibrasi, dan tidak ada jadwal rutin pengecekan dengan nilai *severity* 4, *occurrence* 7, *detection* 5, dan RPN 140. Tindakan yang disarankan adalah menetapkan jadwal rutin kalibrasi mesin pencampur cat dan melakukan patroli untuk pengecekan rutin baik sebelum maupun selesai digunakan.

Mode kegagalan potensial kedua adalah *spray gun* yang digunakan kotor. Efek kegagalan potensial yang muncul adalah cat yang dikeluarkan dari *spray gun* terdapat kotoran. Hal tersebut disebabkan oleh belum adanya jadwal pembersihan dan perawatan *spray gun* secara rutin dengan nilai *severity* 5, *occurrence* 3, *detection* 6, dan RPN 90. Tindakan yang disarankan adalah membuat SOP pembersihan *spray gun* beserta rentang waktu periodenya dan membuat *check sheet* pembersihan *spray gun* / pencatatan waktu pembersihan dan *life time* pemakaian.

Mode kegagalan potensial ketiga adalah permukaan material terdapat bintik proses. Efek kegagalan potensial yang muncul adalah permukaan material tidak benar-benar halus. Hal tersebut disebabkan oleh material yang diterima dari *supplier* NG (*not good*) dengan nilai *severity* 5, *occurrence* 3, *detection* 5, dan RPN 75. Tindakan yang disarankan adalah meningkatkan ketelitian pada pengecekan produk yang diterima dari *supplier* agar jika NG (*not good*) tidak diloloskan dan dapat melakukan klaim produk.

Mode kegagalan potensial keempat adalah pemahaman operator kurang terhadap proses yang dijalankan. Efek kegagalan potensial yang muncul adalah

proses belum berjalan sesuai dengan WI (*work instruction*) dan SOP. Hal tersebut disebabkan oleh *skill* operator berbeda-beda dan belum adanya jadwal *refreshment* atau *training* operator dengan nilai *severity* 5, *occurrence* 4, *detection* 4, dan RPN 80. Tindakan yang disarankan adalah mengadakan *refreshment* dan *training* kepada operator *painting* setiap 1-3 bulan sekali.

Mode kegagalan potensial kelima adalah bagian yang sudah terkena cat primer terkena cat primer lagi. Efek kegagalan potensial yang muncul adalah cat pada permukaan terlalu tebal. Hal tersebut disebabkan oleh *part* yang diterima dari *supplier* sudah dicat primer, *double* proses cat primer, dan belum adanya pengaturan khusus ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer dengan nilai *severity* 6, *occurrence* 5, *detection* 6, dan RPN 180. Tindakan yang disarankan adalah melakukan evaluasi terkait pengaturan ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer serta melakukan *trial* dan perlu pencatatan tanggal penerimaan dan *life time* produk yang disimpan di *warehouse* agar tidak disimpan terlalu lama untuk mencegah karatan.

Mode kegagalan potensial keenam adalah *hanger* dan troli yang digunakan kotor. Efek kegagalan potensial yang muncul adalah kerak pada *hanger* dan troli jatuh ke permukaan. Hal tersebut disebabkan oleh *hanger* dan troli jarang dibersihkan dan tidak ada standar kebersihan penggunaan *hanger* dan troli dengan nilai *severity* 6, *occurrence* 5, *detection* 2, dan RPN 60. Tindakan yang disarankan adalah melakukan pembersihan *hanger* dan troli setiap hari, menetapkan standar kebersihan *hanger* dan troli yang boleh digunakan, dan mencatat *life time* pemakaian.

Mode kegagalan potensial ketujuh adalah ruangan oven kotor. Efek kegagalan potensial yang muncul adalah debu dan kotoran pada ruangan oven menempel pada permukaan cat yang belum kering. Hal tersebut disebabkan oleh tidak ada jadwal rutin pembersihan ruangan oven, oven dibersihkan jika sudah sangat kotor dengan nilai *severity* 7, *occurrence* 6, *detection* 2, dan RPN 84. Tindakan yang disarankan adalah membuat jadwal rutin pembersihan oven setiap 3-5 hari sekali dan melakukan patroli.

Berdasarkan perhitungan RPN, mode kegagalan potensial dengan risiko tertinggi yaitu mode kegagalan potensial pada proses *painting* dengan nilai RPN

tertinggi sebesar 180 yaitu *double* proses cat primer. Setelah diurutkan terdapat 3 penyebab potensial dengan RPN tertinggi yaitu *part* yang diterima dari *supplier* sudah dicat primer, *double* proses cat primer, dan belum adanya pengaturan khusus ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer dengan RPN sebesar 180, pengecekan mesin pencampur cat belum rutin dilakukan, mesin pencampur cat jarang dikalibrasi, dan belum ada jadwal rutin pengecekan dengan RPN 140, serta belum adanya jadwal pembersihan dan perawatan *spray gun* secara rutin dengan RPN 90. Usulan perbaikan prioritas yang dapat diberikan dalam upaya mengurangi produk cacat dan meningkatkan kualitas adalah sebagai berikut.

1. Melakukan evaluasi terkait pengaturan ketebalan cat untuk bagian yang sudah dicat primer serta melakukan *trial*. Perlu pencatatan tanggal penerimaan dan *life time* produk yang disimpan di *warehouse* agar tidak disimpan terlalu lama untuk mencegah karatan.
2. Menetapkan jadwal rutin kalibrasi mesin pencampur cat dan melakukan pengecekan rutin baik sebelum maupun selesai digunakan.
3. Membuat SOP pembersihan *spray gun* beserta rentang waktu periodenya dan membuat *check sheet* pembersihan *spray gun* / pencatatan waktu pembersihan dan *life time* pemakaian.

5.6 Analisis Six Sigma Tahap Control

Subbab ini menjelaskan mengenai analisis pengolahan data dengan metode *Six Sigma DMAIC* pada tahapan *control*.

Pada tahap ini dilakukan evaluasi pada pelaksanaan usulan perbaikan sebagai pengendalian yang bertujuan untuk meningkatkan proses produksi terhadap usulan solusi perbaikan yang telah diberikan agar mencapai hasil yang diharapkan. Usulan yang diberikan dapat diimplementasikan dan dapat dievaluasi untuk perbaikan yang berkelanjutan. Usulan tersebut dapat distandardisasi dengan pembuatan *standard operation procedure* (SOP) atau penjadwalan kegiatan. Pada tahap *control* dilakukan dokumentasi dan penjabaran kepada *staff* di PT Komatsu Indonesia agar usulan perbaikan dapat dijadikan pertimbangan untuk dapat dilaksanakan pada proses produksi di masa yang akan datang. Pengendalian yang dapat dilakukan adalah *supervisor* terus memantau dan memastikan proses dalam kondisi terkendali dengan mengombinasikan perhitungan nilai *sigma* dengan metode

yang selama ini dilakukan diperusahaan yaitu persentase *defect* dibanding total *output*. Adapun dengan terus memperbarui dokumen panduan seperti SOP dan *work instruction* secara berkala agar dokumen terus *ter-update* dan sesuai dengan kondisi terkini. Untuk *inspection*, dapat melakukan rekam data perbaikan dari jenis *defect* yang sering terjadi dengan melakukan perbandingan proses perbaikan saat ini dengan yang sebelumnya dan melakukan pengawasan yang lebih ketat. Namun, hasil dari tahap *control* tidak dijelaskan pada laporan ini karena kurangnya waktu penelitian.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian kerja praktik di PT Komatsu Indonesia dan saran yang dapat diberikan bagi perusahaan.

6.1 Kesimpulan

Subbab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan di PT Komatsu Indonesia.

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan di PT Komatsu Indonesia untuk menjawab tujuan.

1. Pada proses *painting* silinder hidrolik diidentifikasi terdapat 14 jenis cacat *painting* antara lain cacat *painting* yang tidak boleh ada pada produk silinder hidrolik yaitu kusam, gelembung / meledak (*blister*), keriput / kulit jeruk (*orange peels*), bersisik / bintik-bintik (*spotted*), retak / bergaris (*crack*), gelombang (*sagging*), mengelupas (*sagging*), *foaming* (*pin hole*), lelehan / meler (*trickle*), kotor, *spatter*, cekungan pada permukaan (*dent*), bopeng, dan kasar. Pada 3 bulan terakhir yaitu pada periode November 2022 – Januari 2023 ditemukan terdapat 7 jenis cacat *painting* yaitu cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*), bopeng, lelehan / meler (*trickle*), kasar, kotor, gelombang (*sagging*), dan *foaming* (*pin hole*). Jenis cacat yang paling dominan terjadi 3 bulan terakhir adalah cacat *painting* yaitu cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*).
2. Berdasarkan *cause-effect* diagram, diketahui terjadinya cacat bersisik / bintik-bintik (*spotted*) disebabkan oleh 4 faktor yang dikelompokkan ke dalam aspek *machine*, *method*, *material*, dan *environment*. Penyebab terjadinya cacat bintik yaitu pengecekan mesin pencampur cat tidak rutin dilakukan, cat belum kering sudah ditimpa dengan cat lagi, *double* proses dan primer, tidak membersihkan *spray gun* yang

telah digunakan, perbedaan jenis merk cat yang digunakan, ruangan oven yang kotor, dan *hanger* dan troli yang digunakan kotor.

3. Usulan solusi yang dapat diberikan berdasarkan urutan prioritas adalah mengevaluasi ketentuan pesanan ke *supplier* apakah perlu dicat primer atau tidak, jika tidak memastikan pemesanan tidak disimpan di *warehouse* terlalu lama untuk mencegah karatan, menetapkan jadwal rutin kalibrasi mesin pencampur cat dan melakukan pengecekan rutin baik sebelum maupun selesai digunakan, dan koordinasi dengan *supplier* dengan mencocokkan merk cat yang digunakan, melakukan *trial* jenis cat yang paling baik dan penetapan standar 1 jenis cat yang digunakan.
4. Penerapan *six sigma* dengan pendekatan DMAIC mampu menganalisis cacat yang terjadi pada proses *painting* dengan mendefinisikan masalah, mengukur, menganalisis, melakukan perbaikan dan melakukan kontrol terhadap masalah yang terjadi. Nilai DPMO yang didapatkan adalah 5000,81 dan nilai *sigma* 4,3. Nilai tersebut menandakan bahwa dalam 1 juta produksi terdapat 5000,81 produk yang tidak sesuai spesifikasi. Nilai *sigma* 4,3 artinya sudah berada di rata-rata industri USA. Nilai DPMO tersebut jika dicocokkan dengan uraian COPQ, berada di level 4 *sigma* yang artinya biaya yang dikeluarkan akibat produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi adalah 15%-25% dari penjualan.

6.2 Saran

Subbab ini menjelaskan mengenai saran yang dapat diberikan dari penulis kepada perusahaan berdasarkan penelitian selama kerja praktik di PT Komatsu Indonesia.

Berikut adalah saran yang dapat diberikan kepada perusahaan PT Komatsu Indonesia berdasarkan penelitian selama kerja praktik.

1. Pekerja yang akan ditempatkan di bagian *painting* melalui *training* di Takumi *Training Center* sebelum dilakukan *training* di *plant* masing-masing.

2. Melakukan evaluasi mingguan terkait cacat *painting* untuk mengetahui *root cause*.
3. Membuat *check sheet output spray* jika ada produk yang *defect* dan harus segera di-*repair* perlu dilakukan pencatatan meskipun tidak tergolong ke dalam produk NG (*not good*).
4. Meningkatkan komitmen dan konsistensi pegawai dalam pengisian *check sheet*.
5. Perusahaan dapat mengombinasikan konsep *Total Quality Management* (TQM) yang sudah diterapkan dengan *Six Sigma* sebagai bentuk pengendalian dan peningkatan kualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin Standarku.com. (2020, Agustus 20). *Metode SIPOC*. Retrieved from Standarku: <https://standarku.com/metode-sipoc/>
- Ariani, & Wahyu, D. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Aulia, N. A. (2016). Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang). *Naskah Publikasi Teknik Sipil*.
- Gaspersz, & Vincent. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, & Vincent. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, & Vincent. (2002). *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, V. (2002). *Manajemen Kualitas dalam Industri Jasa*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Laney, D. B. (2002). Improved control charts for attributes. *Quality Engineering*, 531-537.
- Mitra, A. (2016). *Fundamentals of quality control and improvement*. John Wiley & Sons.
- Ratnadi, & Suprianto, E. (2016). Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (Seven Tools) dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk. *INDEPT*, 10-18.
- Safitri, A. Y., Wibawa, B. M., Ardiantono, D. S. (2019). Pengukuran Kepuasan dan Loyalitas Konsumen terhadap Kualitas Layanan Taksi Resmi Bandar Udara Juanda Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 8, No.1.
- Santoso, H. (2006). Meningkatkan Kualitas Layanan Industri Jasa Melalui Pendekatan Integrasi Metode Servqual-Six Sigma Atau Servqual-DFD. *JTI Undip*, 85-106.
- Sartin. (2012). Analisa Faktor-Faktor Penyebab Defect Pada Produk Bussing Dengan Metode Six Sigma Di PT. MWS Surabaya . *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1-15.

Septyaningsih, I. (2021, April 7). *Kemenperin Pacu Industri Alat Berat Berdaya Saing*. Retrieved from REPUBLIKA: <https://www.republika.co.id/berita/qr72bu380/kemenperin-pacu-industri-alat-berat-berdaya-saing>

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

Sunardi, A. T., & Suprianto, E. (2015). Pengendalian Kualitas Produk pada Proses Produksi RIB A320 di Sheet Metal Forming Shop. *INDEPT*, 6-15.

Usman, R. (2017). *Pengendalian dan Penjaminan mutu*. Jakarta: Universitas Trisakti.