

**PERBAIKAN PROSES PRODUKSI *FRAME CHASSIS LINE ASSY B*
DENGAN MENGGUNAKAN METODE DMAIC
DI PT GEMALA KEMPA DAYA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Penyelesaian Program Studi D-IV
Teknik Industri Otomotif pada Politeknik STMI Jakarta**

OLEH:

NAMA : INTAN DARA SYAFITRI

NIM : 1113061



POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
JAKARTA
2017

ABSTRAK

Memasuki era perdagangan bebas, persaingan di dunia industri semakin ketat. Perusahaan harus bisa memberikan yang terbaik kepada pelanggan, agar tetap dapat bersaing di dunia industri. Demi menjaga kepuasan pelanggan PT Gemala Kempa Daya harus memberikan pelayanan yang terbaik. Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah meningkatnya jumlah proporsi cacat produksi *frame chassis* pada lini perakitan *frame chassis* terutama *line assy B* yang terjadi pada bulan Januari-Februari 2017 yaitu mencapai 12% dari hasil produksi yang dihasilkan, artinya melebihi target yang diinginkan oleh perusahaan yaitu dibawah 10%. Penelitian ini menggunakan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC). Jenis cacat yang sering ditemukan di *quality gate* meliputi *rivet gap*, *rivet tidak center*, *part NG (Not Good)*, *rivet tipis/kecil*, *welding NG (Not Good)*. Permasalahan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yang berpengaruh diantaranya yaitu faktor manusia, mesin, dan metode. Setelah melakukan analisis untuk menemukan penyebab jenis cacat yang dominan pada cacat *rivet gap*, maka akan dilakukan perbaikan dengan membuat *Quality Point* mengenai *yoke rivet* dan *snap rivet* sebagai panduan operator terhadap poin-poin kualitas sehingga operator mengetahui standar yang telah ditetapkan, melakukan pengecekan *yoke* dan *snap rivet*, dan melakukan pengisian Lembar Check Harian (LCH) untuk memastikan *yoke* dan *snap rivet* dalam keadaan baik, dan membuat identifikasi ukuran pada *box* penempatan *rivet* untuk membedakan ukuran *rivet* yang tersedia sehingga memudahkan operator dalam mengambil *rivet* sesuai ukuran yang dibutuhkan dan meminimalisir kesalahan operator dalam mengambil *rivet*. Hasil setelah perbaikan menunjukkan penurunan DPMO dari 24.331 menjadi 10.944, dan peningkatan *level sigma* dari 3,4715 menjadi 3,7923.

Kata Kunci: DMAIC, *frame chassis*, *line assy B*, DPMO, *Level Sigma*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (TA) ini. Penulisan Laporan Tugas Akhir (TA) ini merupakan sebagai salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Program Studi Teknik Industri Otomotif. Penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua, adikku, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, kasih sayang dan dukungan yang luar biasa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir (TA) ini.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terimakasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, diantaranya:

- Bapak DR. Mustofa, ST, MT. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
- Bapak Dr. Ridzky Kramandita, S.Kom, MT. selaku Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
- Bapak Muhammad Agus, ST, MT. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Otomotif.
- Ibu Wilda Sukmawati, ST, MT. selaku dosen pembimbing selama penulisan Tugas Akhir ini.
- Bapak Juhari Masudi, SMI, MM selaku dosen pembimbing akademik.
- Bapak Dwi Koentjoro selaku *Division Head Quality Assurance* di PT. Gemala Kempa Daya.
- Bapak Nafiri F selaku *Departement Head Quality Assurance* di PT. Gemala Kempa Daya.
- Bapak Danang S.N selaku *Section Head Quality Assurance* di PT. Gemala Kempa Daya.

- Bapak M. Soleh dan seluruh karyawan Divisi *Quality Assurance* di PT Gemala Kempa Daya.
- Karyawan Divisi Produksi, terutama *foreman* dan operator *Line Assy B* di PT Gemala Kempa Daya.
- Mas Tri Darna Satria yang telah memberikan dukungan dan memberikan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
- Kepada sahabat saya Eka Ariska Liantini, Renny Lestari, Fahmi Fahlevi, Aditya Arif Wibowo, Gatot Bintang Adhitya, Hendra Dwi Putranto, Annisa Choirani, dan Akhmad Kurnia Adinegoro yang telah memberikan motivasi dan masukan.
- Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2013 di Politeknik STMI Jakarta.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak, sehingga dapat meningkatkan kualitas penyusunan di masa yang akan datang. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun dan pembaca, sehingga dapat menjadi sebuah pembelajaran bagi penelitian berikutnya.

Jakarta, Oktober 2017

Penyusun

Intan Dara Syafitri

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR i

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Perumusan Masalah..... 3

1.3. Tujuan Penelitian..... 3

1.4. Pembatasan Masalah 3

1.5. Manfaat Penelitian..... 4

1.6. Sistematika Penulisan..... 4

BAB II LANDASAN TEORI 7

2.1 Konsep Dasar Sistem Industri Modern..... 7

2.2 Definisi Kualitas..... 9

2.1.1. Dimensi Kualitas..... 10

2.2. Pengendalian Kualitas 12

2.3. Perbaikan Kualitas..... 13

2.4. Sejarah *Six Sigma* 14

2.5. Definisi *Six Sigma* 15

2.5.1. Istilah dalam Konsep *Six Sigma*..... 16

2.5.2. Manfaat *Six Sigma*..... 18

2.6.	Tahap-Tahap Implementasi <i>Six Sigma</i>	19
2.7.	Tahap <i>Define</i>	19
2.7.1.	Mendefinisikan Kriteria Pemilihan <i>Six Sigma</i>	20
2.7.2.	Diagram <i>Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers</i> (SIPOC).....	20
2.7.3.	Mendefinisikan Kebutuhan Pelanggan	21
2.7.4.	Mendefinisikan Pernyataan Tujuan <i>Six Sigma</i>	22
2.8.	Tahap <i>Measure</i>	23
2.8.1.	Penentuan CTQ (<i>Critical to Quality</i>).....	23
2.8.2.	<i>Pareto Chart</i>	24
2.8.3.	<i>Check Sheet</i>	25
2.8.4.	Peta Kendali (<i>Control Chart</i>).....	26
2.8.5.	Penetapan DPMO dan <i>Level Sigma</i>	30
2.9.	Tahap <i>Analyze</i>	32
2.9.1.	<i>Fishbone Diagram</i>	33
2.10.	Tahap <i>Improve</i>	35
2.10.1.	Metode 5W-1H.....	36
2.11.	Tahap <i>Control</i>	37
2.12.	Metode <i>Sampling</i>	38
2.13.	Uji Kecukupan Data.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		41
3.1.	Jenis dan Sumber Data	41
3.2.	Metode Pengumpulan Data	42
3.3.	Teknik Analisis.....	43
3.3.1.	Studi Lapangan.....	43
3.3.2.	Studi Pustaka.....	44

3.3.3.	Perumusan Masalah	44
3.3.4.	Tujuan Penelitian	44
3.3.5.	Pengumpulan Data	44
3.3.6.	Pengolahan Data.....	44
3.4.	Analisis dan Pembahasan	45
3.5.	Kesimpulan dan Saran.....	46
3.6.	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	46
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		49
4.1.	Pengumpulan Data	49
4.1.1.	Sejarah Umum Perusahaan	49
4.1.2.	Visi, Misi, dan Motto Perusahaan	50
4.1.3.	Komitmen Perusahaan	51
4.1.4.	Sistem Ketenagakerjaan	52
4.1.5.	Struktur Organisasi	54
4.1.6.	Uraian Pekerjaan	56
4.1.7.	Produk <i>Frame Chassis</i>	59
4.1.8.	Proses Perakitan <i>Frame Chassis</i>	60
4.1.9.	Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat <i>Frame Chassis</i>	64
4.1.10.	Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat <i>Frame Chassis</i> pada <i>Line Assy B</i>	65
4.1.11.	Data Jenis dan Jumlah Cacat <i>Frame Chassis</i> pada <i>Line Assy B</i>	67
4.2.	Pengolahan Data.....	68
4.2.1.	Tahap <i>Define</i>	68
4.2.2.	Tahap <i>Measure</i>	72
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		89

5.1. Analisis	89
5.1.1. Tahap <i>Analyze</i>	89
5.1.2. Tahap <i>Improve</i>	93
5.1.3. Tahap <i>Control</i>	98
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	106
6.1. Kesimpulan.....	106
6.2. Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Check Sheet</i>	26
Tabel 2.2. Penggunaan Metode 5W-1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan.....	36
Tabel 2.3. <i>Sampling Judgemental Vs Statistical</i>	38
Tabel 4.1. Pembagian Waktu Kerja Hari Senin – Kamis.....	53
Tabel 4.2. Pembagian Waktu Kerja Hari Jumat.....	53
Tabel 4.3. Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat <i>Frame Chassis Line Assy</i> pada Bulan Januari-Februari 2017.....	64
Tabel 4.4. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat <i>Frame Chassis</i> pada <i>Line</i> <i>Assy B</i> Selama Bulan Januari-Februari 2017	66
Tabel 4.5. Data Jenis dan Jumlah Cacat <i>Frame Chassis Line Assy B</i> selama Bulan Januari-Februari 2017.....	67
Tabel 4.6. Indikator Kebutuhan Pelanggan <i>Frame Chassis</i> pada <i>Line Assy B</i>	71
Tabel 4.7. Uji Kecukupan Data Produksi <i>Frame Chassis Line Assy B</i> pada Bulan Januari-Februari 2017.....	76
Tabel 4.8. Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali <i>Frame Chassis Line</i> <i>Assy B</i> pada Bulan Januari-Februari 2017	80
Tabel 4.9. Perhitungan Batas Kendali <i>Frame Chassis Line Assy B</i> pada Bulan Januari-Februari 2017 Setelah Revisi	84
Tabel 5.1. Analisis 5W+1H Untuk Usulan Cacat <i>Rivet Gap</i>	94
Tabel 5.2. Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali <i>Frame Chassis Line</i> <i>Assy B</i> pada Bulan Juni-Juli 2017.....	99
Tabel 5.3. Perbandingan DPMO dan <i>Level Sigma</i> Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Sistem Produksi.....	7
Gambar 2.2. Roda Deming dalam Sistem Industri Modern.....	8
Gambar 2.3. Siklus Deming (PDCA).....	14
Gambar 2.4. Tahap DMAIC.....	19
Gambar 2.5. Diagram SIPOC	21
Gambar 2.6. Diagram Pareto.....	25
Gambar 2.7. Peta Kendali P	30
Gambar 2.8. <i>Cause and Effect Diagram</i>	35
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah	47
Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT Gemala Kempa Daya.....	55
Gambar 4.2. <i>Frame Chassis</i>	59
Gambar 4.3. <i>Pre Assy 1</i>	61
Gambar 4.4. <i>Pre Assy 2</i>	61
Gambar 4.5. <i>Main Assy</i>	62
Gambar 4.6. <i>Additional 1</i>	62
Gambar 4.7. <i>Additional 2</i>	63
Gambar 4.8. <i>Quality Gate</i>	63
Gambar 4.9. Diagram Proporsi Cacat Berdasarkan Jenis <i>Line Assy</i> Selama Bulan Januari-Februari 2017	65
Gambar 4.10. Diagram SIPOC <i>Frame Chassis</i> pada <i>Line Assy B</i>	70
Gambar 4.11. <i>Rivet Gap</i> (renggang)	72
Gambar 4.12. <i>Rivet Tidak Center</i>	73
Gambar 4.13. <i>Part NG</i>	73
Gambar 4.14. <i>Rivet Tipis/Kecil</i>	73
Gambar 4.15. <i>Welding NG</i>	73
Gambar 4.16. <i>Pareto Chart</i> Jenis Cacat Produksi <i>Frame Chassis Line Assy B</i>	75
Gambar 4.17. Peta Kendali P Produksi <i>Frame Chassis Line Assy B</i> pada Bulan Januari-Februari 2017	82
Gambar 4.18. Peta Kendali P <i>Frame Chassis Line Assy B</i> pada Bulan Januari	

Februari 2017 Setelah Revisi	86
Gambar 5.1. Diagram <i>Fishbone</i> Jenis Cacat <i>Rivet Gap</i>	91
Gambar 5.2. <i>Quality Point Yoke</i> dan <i>Snap Rivet</i>	96
Gambar 5.3. Lembar <i>Check</i> Harian (LCH).....	97
Gambar 5.4. Penempatan <i>Box Rivet</i> (Sebelum Perbaikan)	98
Gambar 5.5. Penempatan <i>Box Rivet</i> (Setelah Perbaikan)	98
Gambar 5.6. Peta Kendali <i>P Frame Chassis</i> pada <i>Line Assy B</i> Setelah Implementasi Perbaikan.....	103

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Lokasi PT Gemala Kempa Daya
- Lampiran B : Hasil Pengamatan Jumlah Produksi dan Cacat Harian pada
Produksi *Frame Chassis Line Assy B*
- Lampiran C : Diagram Alir Proses Produksi *Frame Chassis*
- Lampiran D : Perhitungan UCL dan LCL Peta Kendali P
- Lampiran E : Tabel Konversi DPMO ke Nilai *Six Sigma* Berdasarkan
Konsep Motorola
- Lampiran F : *Quality Point* Kelengkapan *Part*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Memasuki era perdagangan bebas, persaingan di dunia industri semakin ketat. Perusahaan harus bisa memberikan yang terbaik kepada pelanggan, agar tetap dapat bersaing di dunia industri. Dalam bersaing, ada beberapa aspek yang harus diperhatikan oleh perusahaan dalam membuat produk, tidak hanya dari aspek harga yang terjangkau, tetapi juga harus dapat menghasilkan produk dengan kualitas terbaik dengan harga yang mampu bersaing di pasar.

Kualitas adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan (Crosby, 1979). Kualitas yang buruk dapat memberikan berbagai dampak negatif terhadap perusahaan baik secara langsung, maupun secara tidak langsung. Secara langsung hal ini dapat memberikan kerugian bagi perusahaan dari segi peningkatan biaya *rework*. Secara tidak langsung kerugian perusahaan yaitu dengan berkurangnya kepuasan pelanggan yang dapat berujung pada hilangnya kepercayaan konsumen sehingga konsumen beralih pada pelaku bisnis yang lain. Demi mencapai produk yang berkualitas, perusahaan harus melakukan *controlling* dan peningkatan terhadap kualitas produknya, sehingga akan diperoleh hasil yang sempurna. Terjadinya produk cacat dapat dikurangi atau dicegah. Produk cacat merupakan barang atau jasa yang dibuat dalam proses produksi namun memiliki kekurangan yang menyebabkan nilai mutunya kurang baik atau kurang sempurna.

PT Gemala Kempa Daya (GKD) merupakan perusahaan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi *frame chassis* dan *pressed parts*. Demi menjaga kepuasan pelanggan PT Gemala Kempa Daya harus memberikan pelayanan yang terbaik. Kualitas sebagai salah satu bagian terpenting dalam kepuasan pelanggan dan memerlukan perhatian khusus. Salah satu produk inti yang dihasilkan oleh PT Gemala Kempa Daya adalah *frame chassis*. *Frame chassis* adalah sebuah rangka

pada kendaraan yang berfungsi untuk menopang seluruh komponen kendaraan, dan menjadi dasar bagi sebuah kendaraan. Terdapat 4 lini perakitan *frame chassis* di PT Gemala Kempa Daya diantaranya perakitan *frame chassis* kategori II (*Small Category*) yaitu kendaraan dengan daya muat sebesar 10-15 ton, dan perakitan *frame chassis* kategori III (*Medium Category*) yaitu kendaraan dengan daya muat sebesar 10-25 ton. *Line assy A* merupakan lini perakitan *frame chassis* Mitsubishi kategori II (*Small Category*), *line assy B* merupakan lini perakitan *frame chassis* Hino kategori II (*Small Category*), *line assy C* merupakan lini perakitan *frame chassis* Mitsubishi kategori III (*Medium Category*), dan *line assy E* merupakan lini perakitan *frame chassis* Isuzu kategori II (*Small Category*). Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah meningkatnya jumlah proporsi cacat produksi *frame chassis* pada lini perakitan *frame chassis* terutama *line assy B* yang terjadi pada bulan Januari-Februari 2017 yaitu mencapai 12% dari hasil produksi yang dihasilkan, artinya melebihi target yang diinginkan oleh perusahaan yaitu dibawah 10%. Jenis cacat yang sering ditemukan di *quality gate* meliputi *rivet gap*, *rivet tidak center*, *part NG (Not Good)*, *rivet tipis/kecil*, dan *welding NG (Not Good)*. Permasalahan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yang berpengaruh diantaranya yaitu faktor manusia, mesin, dan metode, sehingga menyebabkan meningkatnya jumlah *defect* pada produksi *frame chassis*. Sehingga produk tersebut harus di *repair* terutama penyambungan dengan *rivet* agar kekuatan antar *part* tidak berkurang, karena menyangkut kenyamanan dan keamanan dalam berkendara, selain itu agar *part* dapat terpasang dengan baik.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perusahaan memerlukan usaha perbaikan untuk meningkatkan kualitas dan mencari akar permasalahan yang berdampak pada meningkatnya jumlah *defect* yang terjadi. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan yaitu DMAIC (*Define Measure, Analyze, Improve, Control*). DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan dan merupakan upaya giat menuju kesempurnaan (*zero defect*) yang dilakukan secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. Dengan penerapan DMAIC, diharapkan dapat mengidentifikasi kegagalan proses produksi yang terjadi sehingga dapat

memperbaiki kualitas produksi *frame chassis* dan meminimalisir produk cacat yang dihasilkan.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang dapat diambil berdasarkan latar belakang masalah diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi jenis cacat dan faktor penyebab kegagalan proses produksi *frame chassis* pada *line assy B*?
2. Berapakah nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan *level sigma* sebelum dan sesudah perbaikan?
3. Bagaimana perbaikan yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas produksi *frame chassis* pada *line assy B*?

1.3. Tujuan Penelitian

Dengan adanya perumusan masalah yang jelas, maka dapat ditetapkan tujuan dibuatnya penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi jenis cacat dan faktor penyebab kegagalan proses produksi *frame chassis* pada *line assy B*.
2. Menentukan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan *level sigma* sebelum dan sesudah perbaikan.
3. Melakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitas proses produksi *frame chassis* pada *line assy B*.

1.4. Pembatasan Masalah

Untuk lebih mengarahkan serta agar tidak terjadi penyimpangan dan meluasnya materi pembahasan yang akan dijelaskan dalam Tugas Akhir ini, maka perlu ditentukan pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Gemala Kempa Daya.
2. Penelitian dilakukan pada proses *assembling* (perakitan).
3. Penelitian ini tidak membahas biaya-biaya yang bersangkutan dengan pembahasan penelitian.
4. Produk yang diamati adalah *frame chassis* pada *line assy B*.

5. Data yang diambil adalah data produk *frame chassis* pada *line assy* B selama bulan Januari 2017-Februari 2017 dan data setelah perbaikan pada bulan Juni-Juli 2017.
6. *Tools* yang digunakan yaitu diagram pareto untuk menentukan jenis cacat terbesar, diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi penyebab jenis cacat, dan peta kendali P untuk data atribut.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penulisan tugas akhir ini:

1. Pihak perusahaan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengambilan kebijakan perusahaan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan. Mengetahui penyebab terjadinya *defect* yang terjadi khususnya produk *frame chassis* pada *line assy* B, sehingga perusahaan dapat melakukan tindakan perbaikan guna menurunkan tingkat *defect*.

2. Pihak peneliti

Mendapatkan kesempatan untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini didapat secara akademis, dan penelitian ini sebagai langkah dalam mengembangkan, menerapkan serta berpikir secara ilmiah sehingga dapat menambah wawasan dalam menghadapi suatu permasalahan. Selain itu memiliki kesempatan dalam menganalisa permasalahan nyata yang terjadi di suatu perusahaan.

3. Bagi pihak lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya ke arah yang lebih baik, lebih mendalam dan lebih kompleks.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan, pembahasan, dan penyusunan Tugas Akhir ini, maka dibuat sistematika penulisan. Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini menjabarkan tentang teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan dan tujuan penelitian, dan memuat teori dasar yang menunjang pokok permasalahan serta teori yang erat dengan langkah-langkah yang diambil dalam proses pemecahan masalah.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah-langkah sistematis yang ditempuh untuk memecahkan masalah agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah tersebut terdiri dari studi lapangan, studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, kesimpulan dan saran.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi data-data yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan. Data yang diperoleh yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa dokumen perusahaan yang sudah ada, terdiri dari sejarah umum perusahaan, visi, misi, dan motto perusahaan, komitmen perusahaan, sistem ketenagakerjaan, struktur organisasi, dan uraian pekerjaan. Selain itu, pada bab ini juga dilakukan pengolahan data terhadap masalah yang diteliti, dengan menggunakan metode yang dipilih sehingga dapat memberikan usulan dalam memperbaiki permasalahan yang ada.

BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah disampaikan pada bab sebelumnya.

BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN

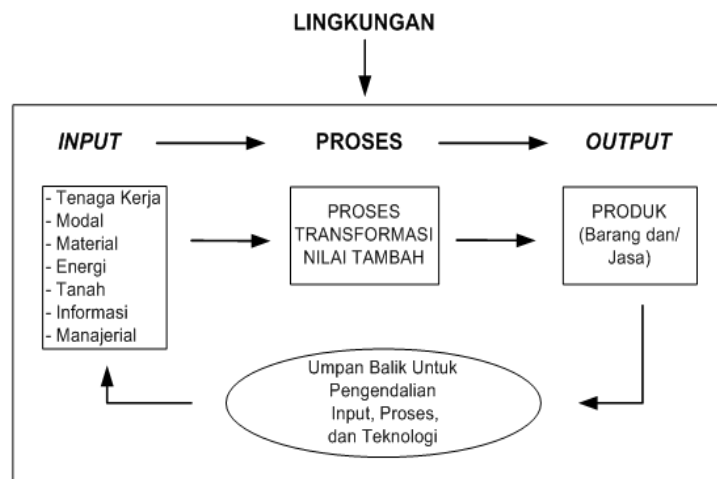
Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Sistem Industri Modern

Untuk melaksanakan fungsi-fungsi produksi dengan baik, maka diperlukan rangkaian kegiatan yang akan membentuk suatu sistem produksi. Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi *output* produksi. *Input* produksi ini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi. Sedangkan output produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut hasil sampingannya, seperti limbah, informasi, dan sebagainya. Adapun transformasi *input-output* sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1.

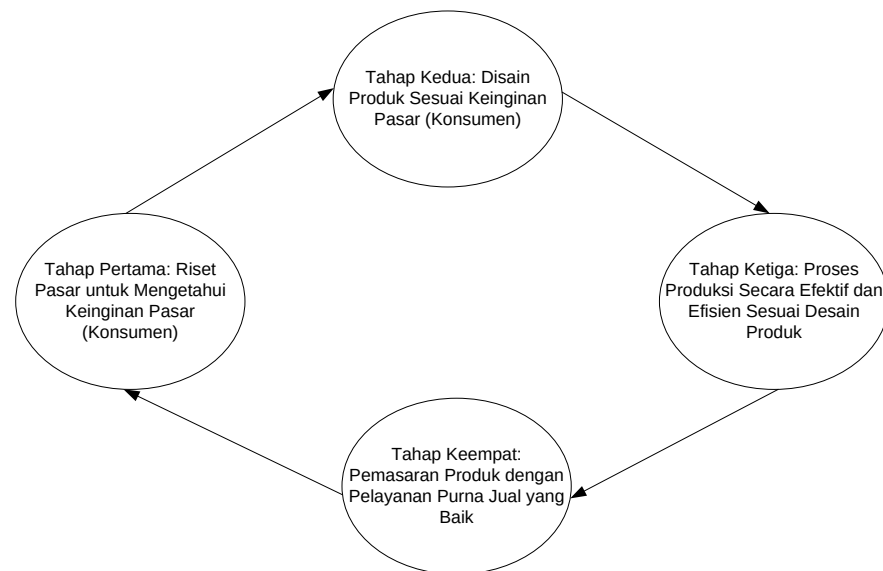


Gambar 2.1. Skema Sistem Produksi
(Sumber: Ginting, 2007)

Sub-sub sistem dari sistem produksi tersebut antara lain adalah perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan standar-standar operasi, penentuan fasilitas produksi, perawatan fasilitas produksi, dan penentuan harga pokok produksi. Sub-sub sistem tersebut akan membentuk konfigurasi sistem produksi. Keandalan dari konfigurasi sistem produksi ini akan tergantung dari produk yang dihasilkan serta bagaimana cara menghasilkannya (proses produksinya). Cara menghasilkan produk tersebut dapat berupa jenis

proses produksi menurut cara menghasilkan produk, operasi dari pembuatan produk, dan variasi produk yang dihasilkan.

Konsep sistem industri yang dikemukakan oleh Deming populer dengan nama Roda Deming (*Deming's Wheel*) seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Roda Deming dalam Sistem Industri Modern
(Sumber: Ginting, 2007)

Sebagaimana tampak dalam Gambar 2.2, Roda Deming terdiri dari 4 komponen utama, yaitu riset pasar, disain produk, proses produksi, dan pemasaran. Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, disain produk, proses produksi, dan pemasaran, agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga kompetitif dan kualitas yang lebih baik, sehingga memuaskan konsumen.

Dari Roda Deming dalam Gambar 2.2, tampak bahwa berdasarkan informasi tentang keinginan konsumen (pasar) yang diperoleh dari riset pasar yang komprehensif, selanjutnya didisain produk-produk sesuai dengan keinginan pasar itu. Disain produk telah menetapkan model dan spesifikasi yang harus diikuti oleh bagian produksi. Bagian produksi harus meningkatkan efisiensi dari proses dan kualitas produk, agar diperoleh produk-produk yang berkualitas sesuai dengan disain yang telah ditetapkan berdasarkan keinginan pasar itu, dengan biaya yang serendah mungkin. Hal ini dapat dicapai dengan menghilangkan pemborosan

(waste) yang terjadi dalam proses produksi itu, melalui perencanaan dan pengendalian proses produksi.

Selanjutnya, hasil dari proses produksi yang efisiensi dan berkualitas itu dicirikan oleh produk yang memenuhi spesifikasi disain yang telah ditetapkan berdasarkan keinginan pasar didistribusikan konsumen (distributor atau pengguna akhir dari produk) melalui bagian pemasaran, dengan harga yang kompetitif. Bagian pemasaran dari industri modern selanjutnya bertanggungjawab langsung kepada konsumen, karena mereka lah yang berhubungan langsung dengan konsumen itu. Setiap bagian dalam organisasi industri modern harus mendukung bagian disain, produksi, dan pemasaran dalam meningkatkan kualitas kepada konsumen. Proses dalam Gambar 2.2 itu berulang kembali secara kontinu sepanjang waktu dalam praktek-praktek yang terus diperbaiki.

2.2 Definisi Kualitas

Dalam mendefinisikan kualitas produk, ada lima pakar utama dalam manajemen mutu terpadu (*total quality management*) yang saling berbeda pendapat, tetapi maksudnya sama. Dibawah ini ditemukan pengertian kualitas dari lima pakar TQM (Nasution, 2001):

1. Menurut Juran, kualitas produk adalah kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan.
2. Menurut Crosby, kualitas adalah *conformance to requirement*, yaitu sesuai dengan yang disyaratkan atau distandarkan. Suatu produk memiliki kualitas yang telah ditentukan. Standar kualitas meliputi bahan baku, proses produksi, dan produk jadi.
3. Menurut Deming, kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar. Apabila Juran mendefinisikan kualitas sebagai *fitness for use* dan Crosby sebagai *conformance to requirement*, maka Deming mendefinisikan kualitas sebagai kesesuaian dengan kebutuhan pasar atau konsumen. Perusahaan harus benar-benar dapat memahami apa yang dibutuhkan konsumen atas suatu produk yang akan dihasilkan.

4. Menurut Feigenbaum, kualitas adalah kepuasan pelanggan sepenuhnya (*full customer satisfaction*). Suatu produk dikatakan berkualitas apabila dapat memberi kepuasan sepenuhnya kepada konsumen, yaitu sesuai dengan apa yang diharapkan konsumen atas suatu produk.
5. Menurut Garvin, kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia atau tenaga kerja, proses dan tugas, serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen. Selera atau harapan konsumen pada suatu produk selalu berubah sehingga kualitas produk juga harus berubah atau disesuaikan. Dengan perubahan kualitas produk tersebut, diperlukan perubahan atau peningkatan keterampilan tenaga kerja, perubahan proses produksi dan tugas, serta perubahan lingkungan perusahaan agar produk dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari ke lima definisi kualitas di atas terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut:

- a. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
- b. Kualitas mencakup produk, jasa manusia, proses, dan lingkungan.
- c. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang).

2.1.1. Dimensi Kualitas

Setelah dipahami definisi kualitas, maka harus diketahui apa saja yang termasuk dalam dimensi kualitas. Menurut Garvin (Nasution, 2001) mendefinisikan delapan dimensi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas produk, yaitu:

1. Performa (*performance*) berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk.

2. *Features* merupakan aspek kedua dari performa yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya. Seringkali terdapat kesulitan untuk memisahkan karakteristik performa dan *features*. Biasanya pelanggan mendefinisikan nilai dalam bentuk fleksibilitas dan kemampuan mereka untuk memilih *features* yang ada, juga kualitas dari *features* itu. Ini berarti *features* adalah ciri-ciri atau keistimewaan tambahan atau pelengkap.
3. Keandalan (*reliability*) berkaitan dengan kemungkinan suatu produk berfungsi secara berhasil dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu. Dengan demikian, keandalan merupakan karakteristik yang merefleksikan kemungkinan tingkat keberhasilan dalam penggunaan suatu produk.
4. Konformitas (*conformance*) berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan. Konformitas merefleksikan derajat di mana karakteristik desain produk dan karakteristik operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan, serta sering didefinisikan sebagai konformitas terhadap kebutuhan (*conformance to requirement*).
5. Daya tahan (*durability*) merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari suatu produk
6. Kemampuan pelayanan (*serviceability*) merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan atau kesopanan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan.
7. Estetika (*aesthetics*) merupakan karakteristik mengenai keindahan yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual. Dengan demikian, estetika dari suatu produk lebih banyak berkaitan dengan perasaan pribadi, dan mencakup karakteristik tertentu seperti keelokan, kemulusan, suara yang merdu, selera, dan lain-lain.
8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*) bersifat subjektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengonsumsi produk, seperti

meningkatkan harga diri. Hal ini dapat juga berupa karakteristik yang berkaitan dengan reputasi (*brand name, image*).

Bila dimensi-dimensi di atas diterapkan pada perusahaan manufaktur, maka berdasarkan berbagai penelitian terhadap beberapa jenis jasa, Berry dan Parasuraman (1985) berhasil mengidentifikasi lima kelompok karakteristik yang digunakan oleh para pelanggan dalam mengevaluasi kualitas jasa, yaitu sebagai berikut:

1. Bukti langsung (*tangibles*), meliputi fasilitas fisik, perlengkapan, pegawai, dan sarana komunikasi.
2. Keandalan (*reliability*), yakni kemampuan memberikan pelayanan yang dijanjikan dengan segera dan memuaskan.
3. Daya tanggap (*responsiveness*), yaitu keinginan para staf untuk membantu pada pelanggan dan memberikan pelayanan dengan tanggap.
4. Jaminan (*assurance*), mencakup kemampuan, kesopanan, dan sifat yang dapat dipercaya yang dimiliki para staf; bebas dari bahaya, resiko, atau keragu-raguan.
5. Empati, meliputi kemudahan dalam melakukan hubungan, komunikasi yang baik, dan memahami kebutuhan pelanggan.

2.2. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu sistem verifikasi dan penjagaan atau perawatan dari suatu tingkatan atau derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan cara perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus, serta tindakan korektif bilamana diperlukan (Wignjosoebroto, 2003). Dengan demikian hasil yang diperoleh dari kegiatan pengendalian kualitas ini benar-benar bisa memenuhi standar-standar yang telah direncanakan/ditetapkan. Adapun pengendalian kualitas umumnya akan meliputi kegiatan-kegiatan:

1. Pengamatan terhadap performans produk atau proses.
2. Membandingkan performans yang ditampilkan tadi dengan standar-standar yang berlaku.

3. Mengambil tindakan apabila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan (*accept or reject*) dan apabila perlu dibuat tindakan untuk mengoreksinya.

Kegiatan pengendalian kualitas pada dasarnya akan merupakan keseluruhan kumpulan aktivitas dimana kita berusaha untuk mencapai kondisi “*fitness for use*” tidak peduli dimana aktivitas tersebut akan dilaksanakan yaitu mulai pada saat produk dirancang, diproses, sampai selesai dan didistribusikan ke konsumen.

Kegiatan pengendalian kualitas antara lain akan meliputi aktivitas-aktivitas sebagai berikut:

1. Perencanaan kualitas pada saat merancang (desain) produk dan proses pembuatannya.
2. Pengendalian dalam penggunaan segala sumber material yang dipakai dalam proses produksi (*incoming material control*).
3. Analisa tindakan koreksi dalam kaitannya dengan cacat-cacat yang dijumpai pada produk yang dihasilnya.

2.3. Perbaikan Kualitas

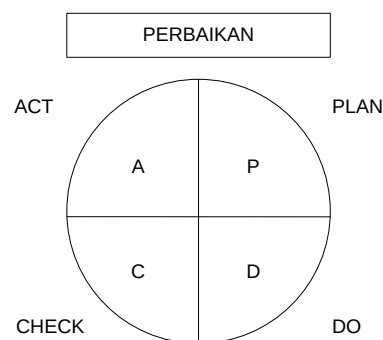
Ada banyak “model perbaikan”, yang diterapkan pada proses selama bertahun-tahun sejak gerakan kualitas dimulai. Sebagian besar dari model tersebut didasarkan pada langkah yang dikenalkan oleh W. Edward Deming yaitu *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) yang menggambarkan logika dasar dari perbaikan proses berbasis data. Berikut merupakan penjelasan mengenai langkah-langkah PDCA (Pande, dkk, 2002):

1. *Plan* adalah meninjau berbagai isu dan kesenjangan yang ada pada kinerja saat ini. Dimana prosesnya mengumpulkan data mengenai masalah-masalah, mengidentifikasi dan menyelesaikan akar penyebab masalah, memikirkan solusi yang mungkin dan merencanakan sebuah implementasi terhadap solusi yang paling potensial.
2. *Do* adalah uji coba solusi yang telah direncanakan. Rencana yang disusun diimplementasikan secara bertahap, mulai dari skala kecil dan pembagian

tugas secara merata sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dari setiap personil. Selama dalam melaksanakan rencana harus dilakukan pengendalian, yaitu mengupayakan agar seluruh rencana dilaksanakan dengan sebaik mungkin agar sasaran dapat dicapai.

3. *Check* adalah mengukur hasil-hasil uji coba untuk mengetahui apakah hasil yang dimaksudkan telah tercapai. Dan jika terdapat masalah, perhatikan hal-hal yang mengganggu usaha-usaha perbaikan. Memeriksa atau meneliti hasil merujuk pada penetapan apakah pelaksanaannya berada pada jalur yang ditetapkan, sesuai dengan rencana dan memantau kemajuan perbaikan yang direncanakan.
4. *Act* adalah berdasarkan solusi uji coba dan evaluasi, perbaiki dan perluas/tingkatkan solusi untuk membuatnya permanen dan menggabungkan pendekatan baru bilamana mungkin untuk diterapkan. Penyesuaian dilakukan bila dianggap perlu, yang didasarkan pada analisis. Penyesuaian berkaitan dengan standarisasi prosedur baru guna menghindari timbulnya kembali masalah yang sama atau menetapkan sasaran baru bagi perbaikan berikutnya.

Berikut merupakan siklus roda Deming PDCA:



Gambar 2.3. Siklus Deming (PDCA)
(Sumber: Imai, 1998)

2.4. Sejarah Six Sigma

Six Sigma Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen

kualitas. Banyak ahli manajemen kualitas menyatakan bahwa metode *Six Sigma* dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri, karena manajemen industri frustrasi terhadap sistem-sistem manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *Six Sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) – kegagalan per sejuta kesempatan. Hanya dua tahun setelah meluncurkan *Six Sigma*, Motorola mendapat penghargaan Malcolm Baldrige National Quality Award. Karyawan total perusahaan naik dari 71.000 pada tahun 1980, menjadi lebih dari 130.000 saat ini. Namun demikian, dalam dekade antara permulaan *Six Sigma* pada tahun 1987 dan 1997, prestasi-prestasi yang dicapai Motorola adalah:

- Pertumbuhan lima kali lipat dalam penjualan, dengan laba meningkat hampir 20 persen per tahun.
- Penghematan kumulatif berdasarkan usaha-usaha *Six Sigma* ditetapkan pada \$14 miliar.
- Pendapatan harga saham Motorola ditutup pada rute tahunan 21,3 persen.

2.5. Definisi *Six Sigma*

Metode *Six Sigma* sering digunakan oleh perusahaan dalam pengendalian kualitas produk dengan meminimasi jumlah *defect*. Aplikasi *Six Sigma* berfokus pada cacat dan variasi, dimulai dengan mengidentifikasi unsur-unsur kritis terhadap kualitas (*critical to quality*) dari suatu proses, hingga memberikan usulan-usulan perbaikan (*improvement*) terkait cacat yang timbul. Langkah mengurangi cacat dan variasi dilakukan secara sistematis dengan mendefinisikan, mengukur, menganalisa, memperbaiki, dan mengendalikannya yang dikenal dengan fase DMAIC (Caesaron, dkk, 2015).

Six Sigma adalah cara mengukur proses, tujuan yang mendekati sempurna, dengan 3,4 DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan merupakan sebuah

pendekatan untuk mengubah budaya organisasi. Dengan demikian, *Six Sigma* didefinisikan sebagai sebuah sistem yang luas dan komprehensif untuk membangun dan menopang kinerja, sukses, dan kepemimpinan bisnis (Pande, dkk, 2002).

Six sigma merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang atau jasa) dan merupakan upaya giat menuju kesempurnaan (*zero defect-kegagalan nol*) (Gaspersz, 2002).

2.5.1. Istilah dalam Konsep Six Sigma

Terdapat beberapa istilah dalam konsep *Six Sigma* (Gaspersz, 2002) antara lain:

1. *Black Belt*, merupakan pimpinan tim (*team leader*) yang bertanggung jawab untuk pengukuran, analisis, peningkatan dan pengendalian proses-proses kunci yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dan pertumbuhan produktifitas.
2. *Green Belt*, serupa dengan *Black Belt*, kecuali posisinya tidak penuh waktu (*not full-time position*).
3. *Master Black Belt*, adalah keterampilan analisis kuantitatif yang sangat kuat dan kemampuan mengajar serta memberikan konsultasi tentang manajemen proyek yang berhasil. *Master Black Belt* merupakan posisi penuh waktu. Seorang *Master Black Belt* dapat menangani sekitar 25-30 orang *Black Belt*.
4. *Champion*, dalam struktur *Six Sigma*, *Champion* merupakan individu yang berada pada manajemen atas (*top management*) yang memahami *Six Sigma* dan bertanggungjawab untuk keberhasilan dari *Six Sigma* itu. Dalam organisasi besar, *Six Sigma* akan dipimpin oleh individu penuh waktu, *high level champion*, seperti seorang *Executive Vice-President*.
5. *Critical-to-Quality*, atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.
6. *Defect*, kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

7. *Defect Per Opportunity* (DPO), ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.
8. *Defect Per Million Opportunity* (DPMO), ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan.
9. *Process Capability*, kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang diterapkan oleh manajemen, berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.
10. *Variation*, merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu. Semakin kecil *variation* akan semakin disukai, karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas. Variasi mengukur suatu perubahan dalam proses atau praktek-praktek bisnis yang mungkin mempengaruhi hasil yang diharapkan.
11. *Stable Operation*, jaminan konsistensi, proses-proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan—meningkatkan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.
12. *Design for Six Sigma* (DFSS), suatu desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses (*process capability*). DFSS merupakan suatu metodologi sistematis yang menggunakan peralatan, pelatihan, dan pengukuran untuk memungkinkan pemasok mendesain produk dan proses yang memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pelanggan, serta dapat diproduksi atau dioperasikan pada tingkat kualitas *Six Sigma*.
13. *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC), merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta.

14. *Six Sigma*. Suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kemungkinan (DPMO) untuk setiap transaksi produk. Upaya giat menuju kesempurnaan (*zero scrap*—kegagalan nol).

2.5.2. Manfaat Six Sigma

Ada beberapa manfaat penerapan *Six Sigma* dalam suatu perusahaan berdasarkan dari perusahaan yang telah menerapkan *Six Sigma*, yaitu (Pande, dkk, 2002):

1. Menghasilkan sukses berkelanjutan
Sukses berkelanjutan merupakan satu-satunya cara untuk melanjutkan pertumbuhan dan tetap menguasai sebuah pasar yang aman dengan secara terus menerus berinovasi.
2. Mengatur tujuan kinerja bagi setiap orang
Disebuah perusahaan dengan ukuran apapun harus membuat setiap orang bekerja dalam arah yang sama dan berfokus pada satu tujuan bersama. *Six Sigma* menggunakan kerangka kerja bisnis bersama.
3. Memperkuat nilai kepada pelanggan
Dengan persaingan yang ketat disetiap industri, pengiriman produk dan jasa yang “bagus” ataupun “bebas cacat” tidaklah menjamin sukses. Fokus pada pelanggan merupakan inti dari *Six Sigma*, berarti mempelajari nilai apa yang berarti bagi pelanggan dan merencanakan mengirimkannya kepada mereka secara *profitable*.
4. Mempercepat tingkat perbaikan
Pesaing yang paling cepat perbaikannya kemungkinan besar akan memenangkan perlombaan. *Six Sigma* membantu sebuah perusahaan untuk tidak hanya meningkatkan kinerja, tetapi juga mengingatkan perbaikan.
5. Mempromosikan pembelajaran
Six Sigma merupakan sebuah pendekatan yang dapat meningkatkan dan mempercepat pengembangan dan penyebaran ide-ide baru sebuah organisasi keseluruhan.

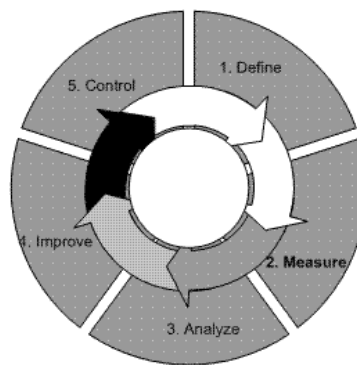
6. Melakukan perubahan strategi

Dengan cara memperkenalkan produk-produk baru, meluncurkan kerjasama baru, memasuki pasar-pasar baru dan menggandeng organisasi-organisasi baru.

2.6. Tahap-Tahap Implementasi *Six Sigma*

Pengaplikasian pengendalian kualitas dengan menggunakan metode *Six Sigma*, menggunakan tahap DMAIC, yaitu *Define* (Tentukan), *Measure* (Ukur), *Analyze* (Analisa), *Improve* (Tingkatkan), dan *Control* (Kendalikan). Metode DMAIC banyak digunakan pada program *Six Sigma* di perusahaan dan memberikan hasil yang memuaskan dan metode ini banyak diterapkan oleh tim *Six Sigma* dalam melakukan perbaikan untuk mencapai tingkat enam sigma (Wibisino, dkk, 2013)

Seperti model-model perbaikan lainnya, DMAIC didasarkan pada siklus orisinil PDCA. Penggunaan DMAIC diterapkan baik pada usaha perbaikan proses maupun pada perancangan ulang proses.



Gambar 2.4. Tahap DMAIC
(Sumber: Pande, dkk, 2002)

2.7. Tahap *Define*

Define merupakan langkah operasional pertama dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*. Dalam tahap ini perlu mendefinisikan beberapa hal terkait dengan: mendefinisikan kriteria pemilihan *Six Sigma*, pembuatan diagram SIPOC (*Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers*), pernyataan kebutuhan pelanggan, serta pernyataan masalah dan tujuan proyek *Six Sigma*.

2.7.1. Mendefinisikan Kriteria Pemilihan Six Sigma

Tantangan utama yang akan dihadapi dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah mendefinisikan kriteria pemilihan *Six Sigma*, dimana dalam banyak keputusan bisnis dikenal pula ungkapan bahwa “*kita perlu setuju untuk tidak hanya pada apa yang dikerjakan, tetapi juga pada apa yang seharusnya tidak dikerjakan*”. Ungkapan ini berarti bahwa suatu *Six Sigma* bukan asal-asalan atau sekedar melaksanakan tanpa mengetahui manfaat dan kriteria apa yang harus dijadikan pedoman untuk memilih peningkatan kualitas itu. Kata kunci dalam hal ini adalah prioritas, artinya kita harus menetapkan prioritas utama tentang masalah-masalah dan kesempatan-kesempatan peningkatan kualitas mana yang akan ditangani terlebih dahulu.

Pemilihan *Six Sigma* terbaik adalah berdasarkan pada identifikasi yang terbaik sepadan (*match*) dengan kebutuhan, kapabilitas, dan tujuan organisasi yang sekarang. Secara umum setiap proyek *Six Sigma* yang terpilih harus mampu memenuhi kategori: (1) memberikan hasil-hasil dan manfaat bisnis, (2) kelayakan, dan (3) memberikan dampak positif kepada organisasi (Gaspersz, 2002).

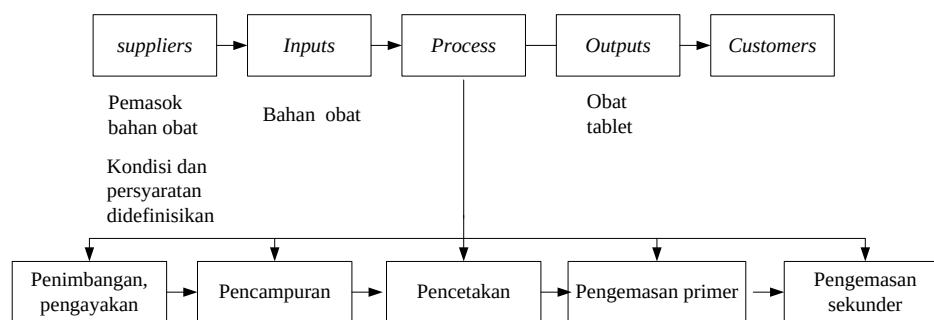
2.7.2. Diagram Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers (SIPOC)

Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek *Six Sigma*, perlu mengetahui model proses “*Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers* (SIPOC)”. SIPOC merupakan suatu alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. Nama SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu:

- a. *Suppliers* – merupakan orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal suppliers*).
- b. *Inputs* – merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses.

- c. *Processes* – merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada *inputs*). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub proses.
- d. *Outputs* – adalah produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur *outputs* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi.
- e. *Customers* – merupakan orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal.

Berikut merupakan contoh penggunaan diagram SIPOC:



Gambar 2.5. Diagram SIPOC
(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.7.3. Mendefinisikan Kebutuhan Pelanggan

Langkah pertama dalam mendefinisikan kebutuhan spesifik dari pelanggan adalah memahami dan membedakan diantara dua kategori persyaratan kritis, yaitu persyaratan *output*, dan persyaratan pelayanan. Persyaratan *output* berkaitan dengan karakteristik atau *features* dari produk akhir dari suatu proses. Dalam hal ini dapat saja berupa banyak macam persyaratan *output*, tetapi pada dasarnya semua itu berkaitan dengan daya guna (*usability*) atau efektivitas dari produk akhir (barang atau jasa) itu dimata pelanggan.

Setelah semua persyaratan *output* dan persyaratan pelayanan didefinisikan, maka kita harus mengendalikan dan meningkatkan kualitas melalui proyek *Six Sigma*. Persyaratan *output* dan pelayanan-pelayanan itu, kemudian didefinisikan

melalui karakteristik kualitas, yang selanjutnya akan menjadi CTQ (*Critical-to-Quality*) dalam proyek *Six Sigma*.

2.7.4. Mendefinisikan Pernyataan Tujuan *Six Sigma*

Setiap *Six Sigma* yang terpilih, kita harus mendefinisikan isu-isu, nilai-nilai, dan sasaran atau tujuan. Pernyataan tujuan harus diterapkan untuk setiap *Six Sigma* yang terpilih. Pernyataan tujuan yang benar adalah apabila mengikuti prinsip SMART sebagai berikut:

1. *Specific*

Tujuan peningkatan kualitas *Six Sigma* harus bersifat spesifik yang dinyatakan secara tegas. Tim peningkatan kualitas *Six Sigma* harus menghindari pernyataan-pernyataan tujuan yang bersifat umum dan tidak spesifik.

2. *Measurable*

Tujuan peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran yang tepat guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang, dan tindakan perbaikan diwaktu mendatang. Pengukuran harus mampu memunculkan fakta-fakta yang dinyatakan secara kuantitatif menggunakan angka-angka.

3. *Achievable*

Tujuan program peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat dicapai melalui usaha-usaha yang menentang.

4. *Result-oriented*

Tujuan program peningkatan kualitas *Six Sigma* harus berfokus pada hasil-hasil berupa pencapaian target-target kualitas yang ditetapkan, yang ditunjukkan melalui penurunan DPMO (*defect per million opportunities*) dan peningkatan kapabilitas proses.

5. *Time Bound*

Tujuan program peningkatan kualitas *Six Sigma* harus menetapkan batas waktu pencapaian tujuan itu dan harus dicapai secara tepat waktu.

2.8. Tahap *Measure*

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu: (1) memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, (2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, atau *outcome*, dan (3) mengukur kinerja sekarang pada tingkat proses, *output*, dan *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek *Six Sigma*.

2.8.1. Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)

Sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kunci (CTQ), maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu. Organisasi kelas dunia yang menerapkan *Six Sigma* biasanya menggunakan karakteristik untuk mengevaluasi sistem pengukuran kinerja mereka, diantaranya:

1. Biaya yang dikeluarkan untuk pengukuran seyogyanya tidak lebih besar dari pada manfaat yang diterimanya.
2. Pengukuran harus dimulai pada permulaan *Six Sigma*, berbagai masalah yang berkaitan dengan kualitas beserta kesempatan-kesempatan untuk meningkatkannya harus dirumuskan secara jelas.
3. Pengukuran harus sederhana serta memunculkan data yang mudah untuk digunakan, mudah dipahami dan mudah untuk melaporkannya.
4. Pengukuran harus dilakukan pada sistem secara keseluruhan yang menjadi ruang lingkup *Six Sigma*.
5. Karakteristik kualitas yang dalam proyek *Six Sigma* disebut sebagai CTQ yang diukur setelah dipahami secara jelas terutama mengenai keterkaitan CTQ itu dengan sasaran *Six Sigma*.
6. Pengukuran harus diterima dan dipercaya sebagai sah (valid) oleh mereka yang menggunakannya. Hal ini berarti data yang dihasilkan harus akurat.

7. Pengukuran harus melibatkan semua individu yang berada dalam proses yang terlibat dalam program *Six Sigma*.
8. Umpan balik harus diberikan pada waktu yang tepat kepada operator dan manajer, agar kinerja dapat disesuaikan untuk menuju sasaran proyek *Six Sigma*.
9. Pengukuran harus mengandung hal-hal yang bermakna serta terperinci agar dapat digunakan dan dipahami oleh mereka yang terlibat dan berkepentingan dengan *Six Sigma*.
10. Pengukuran harus berfokus pada tindakan korektif dan peningkatan bukan sekedar pada pemantauan dan pengendalian.

2.8.2. *Pareto Chart*

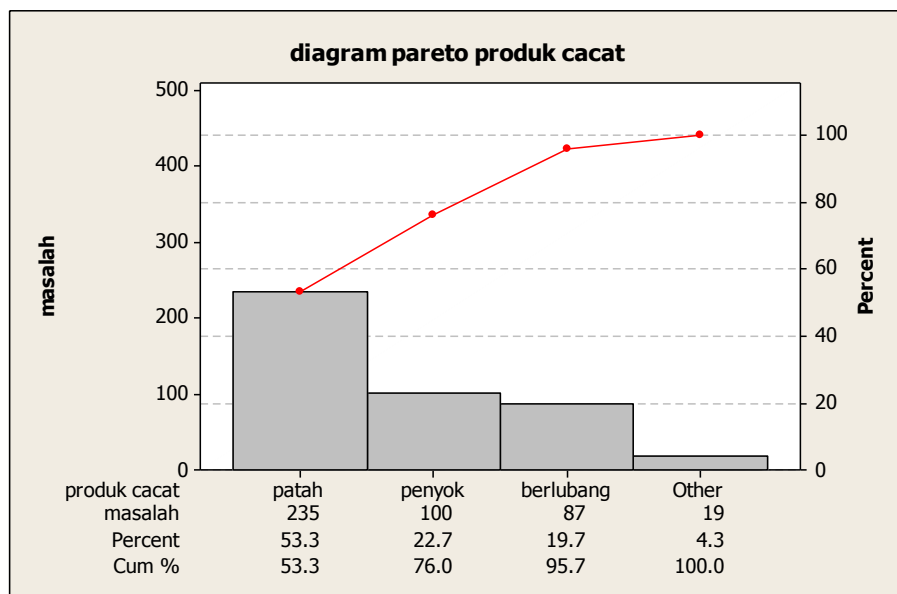
Pareto chart adalah diagram yang dikembangkan oleh seorang ahli ekonomi Italia yang bernama Vilfredo Pareto pada abad ke-19. *Pareto chart* digunakan untuk memperbandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya, dari yang paling besar di sebelah kiri ke yang paling kecil disebelah kanan. Susunan tersebut akan membantu kita untuk menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang dikaji.

Dengan bantuan *pareto chart* tersebut, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian daripada meninjau berbagai sebab pada suatu ketika. Kegunaan *pareto chart* adalah sebagai berikut (Nasution, 2001):

1. Menunjukkan prioritas sebab-sebab kejadian atau persoalan yang perlu ditangani.
2. *Pareto chart* dapat membantu untuk memusatkan perhatian pada persoalan utama yang harus ditangani dalam upaya perbaikan.
3. Menunjukkan hasil upaya perbaikan. Sesudah dilakukan tindakan korektif berdasarkan prioritas, kita dapat mengadakan pengukuran ulang dan membuat *pareto chart* baru. Apabila terdapat perubahan dalam *pareto chart* baru itu, maka tindakan korektif ada efeknya.

4. Menyusun data menjadi informasi yang berguna. Dengan *pareto chart*, sejumlah data yang besar dapat disaring menjadi informasi yang signifikan.

Pareto chart dapat disusun dengan menggunakan diagram sebab-akibat. Sesudah sebab potensial diketahui dari diagram tersebut, *pareto chart* dapat disusun untuk merasionalisasi data yang diperoleh dari diagram sebab-akibat. Selanjutnya, *pareto chart* dapat digunakan pada semua tahap PDCA cycle. Berikut merupakan contoh dari diagram pareto:



Gambar 2.6. Diagram Pareto
(Sumber: Syukron dan Kholil, 2013)

2.8.3. Check Sheet

Check Sheet ini dipergunakan mengumpulkan data yang berasal dari proses kerja lainnya. *Output* kerja sesuai dengan klasifikasi yang telah ditetapkan dimasukkan dalam lembar kerja, sehingga akhirnya secara langsung akan dapat diperoleh pola distribusi yang terjadi. Dari *check sheet* terlihat data yang diperoleh secara langsung bisa dimasukkan dan menunjukkan bentuk distribusi yang terjadi, sehingga analisa proses secara cepat bisa segera dilakukan. Didalam pengumpulan data maka data yang diambil harus benar-benar sesuai dengan kebutuhan analisis. Fungsi dari *check sheet* adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan distribusi proses produksi.

2. Pemeriksaan *item* cacat.
3. Pemeriksaan lokasi cacat.
4. Pemeriksaan penyebab cacat.
5. Pemeriksaan konfirmasi pemeriksaan.

Tabel 2.1. *Check Sheet*

Lembar Pemeriksaan Kualitas		
Pekerjaan: 1		
Pemeriksaan: Rodin		
<u>Problem</u>	<u>Frekuensi</u>	<u>Jumlah</u>
Kotor	IIII IIII IIII III	18
Pudar	IIII IIII IIII IIII	20
Kusut	IIII IIII	10
Sobek	IIII	5
Noda	IIII IIII IIII IIII III	25

(Sumber: Syukron dan Kholil, 2013)

2.8.4. Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special-cause variation*) dan variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common cause variation*). Variasi adalah ketidakseragaman dalam sistem industri sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas pada produk (barang atau jasa) yang dihasilkan. Pada dasarnya terdapat dua sumber atau penyebab timbulnya variasi, yang diklasifikasikan sebagai berikut (Gasperz, 2002):

1. Variasi Penyebab Khusus (*Special Causes of Variation*) adalah kejadian-kejadian diluar sistem yang mempengaruhi variasi dalam sistem. Penyebab khusus dapat bersumber dari manusia, peralatan, material, lingkungan, metode kerja, dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak sehingga dapat didefinisikan atau ditemukan, sebab mereka tidak selalu

aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi. Dalam konteks pengendalian proses statistik menggunakan peta-peta kendali (*control chart*), jenis variasi sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limit*).

2. Variasi Penyebab Umum (*Common Cause of Variation*) adalah faktor-faktor didalam sistem atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem serta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga penyebab acak (*random cause*) atau penyebab sistem (*system cause*). Karena penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, untuk menghilangkannya kita harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemenlah yang mengendalikan sistem itu. Dalam konteks pengendalian proses statistik dengan menggunakan peta-peta kendali, jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limits*)

Peta kendali merupakan alat ampuh dalam mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami secara benar. Pada dasarnya peta kendali dipergunakan untuk (Gaspersz, 2002):

- Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistik. Dengan demikian peta kendali digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistik, dimana semua nilai rata-rata dan rentang dari sub-sub kelompok (*subgroups*) berada dalam batas-batas pengendalian (*control limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi dalam proses.
- Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi umum.
- Menentukan kemampuan proses (*process capability*), setelah proses berada dalam pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Menurut Gaspersz (2002), pada dasarnya setiap peta kendali memiliki:

- a. Garis tengah (*center line*), yang biasa dinotasikan dengan CL.
- b. Sepasang batas kontrol (*control limits*), dimana satu batas kontrol ditempatkan diatas garis tengah yang dikenal sebagai batas kontrol atas (*upper control limit*), biasa dinotasikan sebagai UCL dan yang satu lagi ditempatkan dibawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kontrol bawah (*lower control limit*), biasa dinotasikan sebagai LCL.
- c. Tebaran nilai-nilai karakteristik yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai-nilai ditebarkan (*diplot*) pada peta itu berada didalam batas kontrol tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam keadaan terkontrol atau terkendali secara statistik atau dikatakan berada dalam pengendalian statistik. Namun, jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu berada diluar batas-batas kontrol atau memperlihatkan kecenderungan tertentu. Maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam keadaan diluar kendali (tidak terkontrol) atau tidak berada dalam pengendalian statistik. Sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk mencari penyebabnya.

Pengelompokkan jenis-jenis peta kendali tergantung pada tipe datanya. Menurut Gaspersz (2002), bahwa dalam konteks pengendalian statistik dikenal dua jenis data, yaitu:

1. Data Variabel

Peta kendali digunakan untuk karakteristik mutu yang bersifat terukur, misalnya: berat, panjang, temperatur, dan sebagainya. Peta kontrol yang digunakan adalah peta kendali $\bar{X}$ dan R.

Peta kendali $\bar{X}$ dan R ini dapat mengidentifikasi standar evaluasi yaitu dispersi data dengan dasar statistik yang menunjukkan bahwa suatu situasi sangat efektif untuk memeriksa barang yang tidak memenuhi standar dalam suatu proses.

2. Data Atribut

Peta kendali ini digunakan untuk karakteristik mutu yang bersifat terhitung misalnya: jumlah produk yang rusak, jumlah cacat, dan sebagainya. Peta kendali yang digunakan adalah:

a. Peta Kendali p

Peta kendali ini digunakan untuk bagian yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi dan sampel size nya berbeda-beda.

b. Peta Kendali np

Peta kendali ini digunakan untuk jumlah produk yang akan diperiksa atau sampel size nya adalah tetap atau konstan.

c. Peta Kendali c

Peta kendali ini digunakan untuk produk yang akan diperiksa memiliki ukuran yang besar, contohnya rumah, mobil, dan yang diperiksa adalah jenis cacatnya.

d. Peta Kendali u

Peta kendali u merupakan pengkhususan dari peta p, dan jumlah produk yang diperiksa berjumlah besar.

2.8.4.1. Peta Kendali P

Peta kendali p adalah suatu peta yang menggambarkan bagian yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi. Bagian yang ditolak p dapat didefinisikan sebagai rasio dari banyaknya barang yang tidak sesuai ditemukan dalam pemeriksaan terhadap total barang yang benar-benar diperiksa. Bagan kendali p ini merupakan bagan kendali yang banyak digunakan dan diterapkan untuk penentuan karakteristik mutu (Gasperz, 2002). Menurut Pyzdek (2002) langkah-langkah dalam pembuatan peta kendali p adalah:

1. Kumpulkan data-data yang menggambarkan jumlah yang diperiksa dan jumlah produk cacat.
2. Menghitung bagian yang cacat atau ditolak dan masukkan ke dalam lembaran data dengan cara:

$$p = \frac{\text{Jumlah cacat dalam subgroup}}{\text{Ukuran subgroup (jumlah yang diperiksa)}}$$

3. Menghitung rata-rata bagian yang cacat atau ditolak.

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total yang diperiksa}}$$

4. Menghitung batas kendali

- a. Batas kendali atas (*upper control limit*)

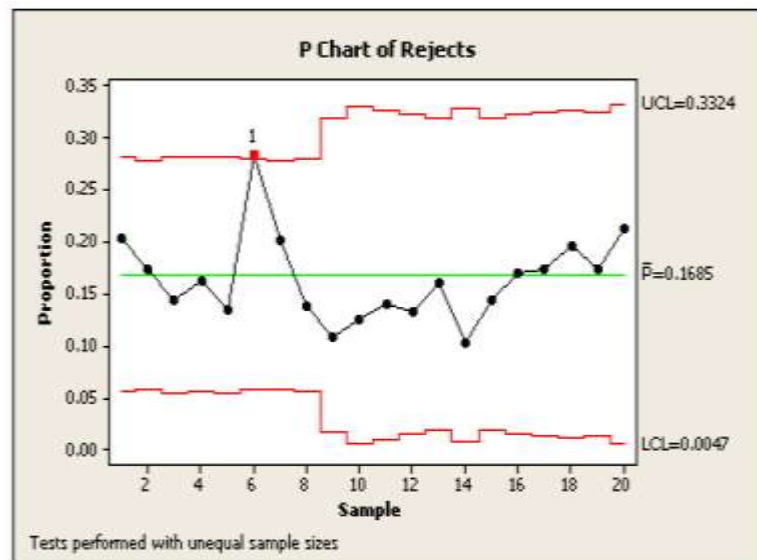
$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- b. Garis tengah (*center line*)

$$CL = \bar{p}$$

- c. Batas kendali bawah (*lower control limit*)

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



Gambar 2.7. Peta Kendali P
(Sumber: Ariani, 2004)

2.8.5. Penetapan DPMO dan Level Sigma

Dalam menghitung *level Sigma*, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum menentukan *level Sigma* tersebut, yaitu:

1. Unit (U)

Merupakan jumlah *part*, *sub assembly* atau sistem yang diukur atau diperiksa, sebuah item yang sedang diproses, atau produk atau jasa akhir yang sedang dikirim ke pelanggan.

2. *Opportunity* (OP)

Karakteristik yang diperiksa atau diukur, dalam hal ini yang digunakan adalah *Critical To Quality* (CTQ). Karena sebagian besar produk atau jasa memiliki banyak persyaratan pelanggan, maka ada beberapa peluang untuk memiliki cacat. Ada tiga langkah utama dalam menentukan jumlah *opportunity*, yaitu:

- Membuat daftar pendahuluan dari jenis *defect*.
- Menentukan yang mana *defect* aktual, kritis bagi pelanggan dari spesifikasi.
- Periksa jumlah peluang yang diusulkan terhadap standar.

3. *Defect*

Merupakan sesuatu yang diupayakan untuk dikurangi melalui program *Six Sigma*. Suatu kegagalan untuk memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar seperti kurang solder, PCB pecah, *parts* hilang dan sebagainya.

4. *Defect Per Unit* (DPU)

Ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari *defect*, semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel. Besarnya *defect per unit* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPU = \frac{D}{U}$$

5. *Total Opportunity* (TOP)

Menunjukkan seberapa besar peluang suatu item yang sedang diproses untuk dapat memenuhi persyaratan pelanggan.

Besarnya *Total Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$TOP = U \times OP$$

6. *Defect Per Opportunities* (DPO)

Menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok jika DPO sebesar 0.05 berarti peluang untuk memiliki *defect* dalam sebuah kategori adalah 5%. Besarnya *Defect per Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPO = \frac{DPU}{O} = \frac{D}{TOP}$$

7. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*

Mengindikasikan berapa banyak *defect* akan muncul jika ada satu juta peluang. Ukuran-ukuran peluang *defect* yang diterjemahkan dalam format DPMO. Besarnya *Defect Per Million Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPMO = DOP \times 10^6$$

8. *Sigma level*

Nilai *Sigma* didapat dengan cara mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi *Six Sigma*. Tabel konversi *Six Sigma* dapat dilihat pada Lampiran.

2.9. Tahap *Analyze*

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini kita perlu mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan. Untuk dapat menemukan akar penyebab dari suatu masalah, maka perlu memahami dua prinsip yang berkaitan dengan hukum sebab akibat, yaitu:

1. Suatu akibat terjadi atau ada hanya jika penyebabnya itu ada pada titik yang sama dalam ruang dan waktu.
2. Setiap akibat mempunyai paling sedikit dua penyebab dalam bentuk penyebab yang dapat dikendalikan (*controllable cause*), dan penyebab yang tidak dapat dikendalikan (*uncontrollable cause*).

Selanjutnya akar-akar penyebab dari masalah yang ditemukan dimasukkan kedalam diagram sebab-akibat yang telah mengkategorikan sumber-sumber penyebab berdasarkan prinsip:

1. *Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan (tidak terlatih, tidak berpengalaman), kekurangan dalam keterampilan dasar yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stress, ketidakpedulian, dan lain-lain.

2. *Machines* (mesin-mesin) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin-mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain, tidak dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu *complicated*, terlalu panas, dan lain-lain.
3. *Methods* (metode kerja), berkaitan dengan tidak ada prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi, tidak cocok, dan lain-lain.
4. *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang digunakan, ketidaksesuaian spesifikasi kualitas bahan baku dan bahan penolong yang diterapkan, ketiadaan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong.
5. *Environment* (lingkungan), berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang kondusif, kekurangan dalam lampu penerangan, ventilasi yang buruk, kebisingan yang berlebihan, dan lain-lain.

2.9.1. Fishbone Diagram

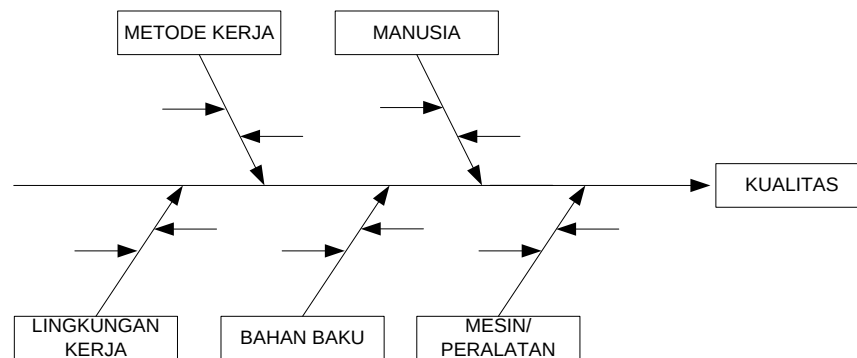
Diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*) atau sering disebut juga sebagai “diagram tulang ikan” (*fishbone diagram*) atau diagram Ishikawa (Ishikawa diagram) sesuai dengan nama Prof. Kaoru Ishikawa dari Jepang yang memperkenalkan diagram ini.

Diagram sebab-akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang ada. Diagram ini dapat digunakan dalam situasi dimana terdapat pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci terhadap suatu masalah, dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dari akibat (Nasution, 2001).

Penggunaan diagram sebab-akibat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Dapatkan kesepakatan tentang masalah yang terjadi dan ungkapan masalah itu sebagai suatu pertanyaan masalah.
2. Temukan sekumpulan penyebab yang mungkin, dengan menggunakan teknik *brainstorming* atau membentuk anggota tim yang memiliki ide-ide yang berkaitan dengan masalah yang sedang dihadapi.
3. Gambarkan diagram dengan pertanyaan mengenai masalah untuk ditempatkan pada sisi kanan (membentuk kepala ikan) dan kategori utama, seperti bahan baku, metode, manusia, mesin, pengukuran, dan lingkungan ditempatkan pada cabang utama (membentuk tulang-tulang besar dari ikan). Kategori utama dapat diubah sesuai kebutuhan.
4. Tetapkan setiap penyebab dalam kategori utama yang sesuai, dengan menempatkannya pada cabang yang sesuai.
5. Untuk setiap penyebab yang mungkin, tanyakan “mengapa” untuk menemukan akar penyebab, kemudian tulislah akar-akar penyebab itu pada cabang-cabang yang sesuai dengan kategori utama (membentuk tulang-tulang kecil dari ikan). Untuk menemukan akar penyebab, kita dapat menggunakan teknik bertanya mengapa sampai lima kali.
6. Interpretasi atas diagram sebab-akibat itu adalah dengan melihat penyebab-penyebab yang muncul secara berulang, kemudian dapatkan kesepakatan tentang penyebab tersebut. Selanjutnya, fokuskan perhatian pada penyebab yang dipilih.
7. Terapkan hasil analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat, dengan cara mengembangkan dan mengimplementasikan tindakan korektif, serta memonitor hasil-hasil untuk menjamin bahwa tindakan korektif yang dilakukan efektif karena telah menghilangkan akar penyebab dari masalah yang dihadapi.

Diagram sebab akibat dapat ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.8. *Cause and Effect Diagram*
(Sumber: Ginting, 2007)

Diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses.
- Mengidentifikasi kategori dan subkategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu.
- Memberikan petunjuk mengenai macam-macam data yang perlu dikumpulkan.

Cause and effect diagram terutama berguna dalam tahap *plan* pada PDCA cycle karena diagram tersebut dapat membantu untuk mengidentifikasi sebab-sebab proses yang mempunyai peranan bagi timbulnya efek yang dikehendaki oleh *customer*. Dengan diidentifikasikannya sebab-sebab tersebut, maka tindakan korektif dapat dilakukan. Selanjutnya, *fishbone* diagram juga dapat membantu untuk mengidentifikasi bermacam-macam data yang perlu dikumpulkan dalam tahap *do* pada PDCA cycle.

2.10. Tahap *Improve*

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas terdeteksi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada dasarnya rencana-rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu.

2.10.1. Metode 5W-1H

Menurut Gaspersz (2002), pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang berarti bahwa dalam tahap ini tim peningkatan kualitas *Six Sigma* harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang harus ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana tindakan itu, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu, dan bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu. Analisis menggunakan metode 5W-1H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini.

5W-1H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (kapan), *who* (siapa), dan *how* (bagaimana). Pengembangan rencana tindakan perbaikan atau peningkatan kualitas *Six Sigma* dapat menggunakan metode 5W-1H. Contoh petunjuk penggunaan metode 5W-1H untuk pengembangan rencana tindakan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 2.2. Penggunaan Metode 5W-1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W-1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan atau peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan disana?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama

Lanjut...

Tabel 2.2. Penggunaan Metode 5W-1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan (Lanjutan)

Jenis	5W-1H	Deskripsi	Tindakan
Sekuens (urutan)	When (Bilamana)?	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Orang	Who (Siapa)?	Siapa yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah ada orang lain yang dapat aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa orang itu dirujuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	
Metode	How (Bagaimana)?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.11. Tahap *Control*

Control merupakan tahap operasional terakhir dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggungjawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggungjawab proses, yang berarti *Six Sigma* berakhir pada tahap ini.

Tujuan dari standarisasi adalah menstandarkan sistem kualitas *Six Sigma* yang telah terbukti menjadi yang terbaik. Hasil-hasil yang memuaskan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus distandarisasikan, dan selanjutnya dilakukan peningkatan secara terus-menerus pada jenis masalah yang lain melalui peningkatan kualitas *Six Sigma* yang lain mengikuti konsep DMAIC.

2.12. Metode Sampling

Pada *Six Sigma*, *sampling* dapat digunakan untuk mengukur populasi dan parameter proses (misalnya rata-rata, variasi, dan perbandingan) secara efisien dan ekonomis. Salah satu keuntungan menggunakan teknik *sampling* adalah kita bisa menentukan tingkat akurasi dan ketepatan uji statistik (Syukron dan Kholil, 2013).

1. Jenis Sampel

Ada dua jenis sampel, yaitu *judgemental* dan *statistical*. *Sample judgemental* dipilih berdasarkan pendapat analisis dan hasil penelitiannya akan digunakan untuk menarik kesimpulan tentang *item-item* dalam sampel, yaitu pada observasi sesungguhnya. Sampel *statistical* dipilih secara acak dari seluruh populasi dan hasil penelitiannya dapat digunakan untuk menarik kesimpulan tentang seluruh populasi. Tabel 2.3 menjelaskan perbedaan antara keduanya.

Tabel 2.3. *Sampling Judgemental Vs Statistical*

Sampel Judgmetal	Sampel Statistical
Sampel dipilih berdasarkan pengetahuan dan pengalaman	Sampel dipilih secara acak
Hanya sebagian kecil dari populasi yang diikutsertakan dalam proses seleksi	Seluruh populasi diikutsertakan dalam proses seleksi
Sampel dianggap mewakili populasi	Sampel mewakili seluruh populasi

(Sumber: Syukron dan Kholil, 2013)

2. Jenis Data

Data diklasifikasikan menjadi dua kategori umum, yaitu data atribut dan data variabel. Ketika menggunakan data atribut, fokusnya adalah untuk mempelajari satu atau lebih ciri-ciri non-numerik dari populasi yang menjadi sampel. Contoh kategori atribut adalah merah atau hijau, rusak atau tidak rusak dan sebagainya. Dengan menggunakan data variabel, perhitungan numerik diperoleh dari satu atau lebih dari ciri-ciri dari populasi yang menjadi sampel. Contohnya adalah diameter, panjang, jumlah hari dan sebagainya (Syukron dan Kholil, 2013).

3. Jumlah Sampel

Pada saat bekerja menggunakan data atribut, kunci utama ukuran sampel adalah ketepatan sampel (perbandingan populasi yang digunakan dalam perhitungan besar sampel yang mengacu pada formula untuk memperkirakan besar sampel dengan data atribut).

Pada saat menggunakan data variabel, ketepatan sampel dan varian populasi berpengaruh paling besar dalam besarnya sampel. Populasi yang mempunyai nilai varian tinggi memerlukan ukuran sampel yang lebih besar daripada populasi yang memiliki varian rendah untuk ketepatan sampel yang digunakan. Pada kedua kategori data, atribut dan variabel, semakin tinggi nilai ketepatan sampel yang diharapkan, semakin besar juga ukuran sampel yang dibutuhkan (Syukron dan Kholil, 2013).

Biasanya sampel yang dikumpulkan berjumlah 25 hingga 30 buah. Sampel berukuran 3 hingga 10 biasanya digunakan, sementara 5 adalah yang paling umum (Evans dan Lindsay, 2005)

4. Teknik Pengambilan Sampel

Arikunto (1996:107) mengemukakan bahwa jika subjeknya besar, dapat diambil antara 10%-15%. Ada beberapa teknik pengambilan sampel yang umum digunakan dalam pengujian tingkat kualitas pada level *Six Sigma* antara lain (Syukron dan Kholil, 2013):

a) Sampel acak sederhana

Sampel benar-benar dipilih secara acak, yaitu setiap *item* dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk diikutsertakan menjadi sampel, hal ini merupakan bentuk pengambilan sampel yang paling sederhana dan umum digunakan dalam penilaian nilai populasi.

b) Sampel acak berjenjang

Populasi dibagi menjadi lebih dari satu lapisan (*stratum*) dan setiap *item* secara acak dipilih dari masing-masing lapisan. Setiap *item* dalam populasi mempunyai kesempatan (tidak harus sama) untuk diikutsertakan menjadi sampel.

c) Sampel sistematis

Sampel dipilih berdasarkan urutan yang sebelumnya sudah ditentukan dan dipilih karena diproduksi melalui sebuah proses. *Sampling* sistematis umumnya digunakan untuk memilih sampel dari proses manufaktur untuk kepentingan monitor dan kontrol.

2.13. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah dapat mewakili populasinya, bila belum maka perlu dilakukan pengamatan tambahan hingga cukup mewakili populasinya. Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur ketika tidak ingin melakukan pengukuran yang sangat banyak. Tingkat ketelitian 10% dan tingkat keyakinan 90% memberi arti bahwa pengukuran membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 10% dari rata-rata sebenarnya (Sutalaksana, dkk, 1979).

Maka persamaan dalam uji kecukupan apabila tingkat kepercayaan 90% dengan tingkat ketelitian 10% adalah sebagai berikut:

$$N' = \frac{20 \sqrt{\frac{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{N(N-1)}}}{\bar{X}}$$

Dimana:

N' = Banyaknya pengukuran sesungguhnya yang diperlukan

N = Banyaknya pengukuran pendahulu yang telah dilakukan

Xi = Jumlah cacat ke-1 yang diamati selama pengukuran dilakukan

$\bar{X}$ = Rata-rata jumlah cacat

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah yang harus ditempuh dalam pemecahan masalah adalah terlebih dahulu mengenali permasalahan yang ada kemudian diformulasikan kedalam bentuk yang sistematis. Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah dapat menemukan akar penyebab permasalahan dan melakukan perbaikan untuk menurunkan jumlah cacat yang terjadi pada proses produksi *frame chassis line assy B* dengan menggunakan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) berdasarkan kerangka pemecahan masalah. Kerangka pemecahan masalah ini merupakan sarana dalam satu kesatuan yang utuh disusun seefektif mungkin agar pemecahan masalah lebih terarah, teratur, dan tepat.

3.1. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, seperti yang terdapat dibawah ini:

1. Data Primer

Data primer merupakan data utama yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Data primer diperoleh dari hasil pengamatan langsung terhadap objek penelitian dilapangan, survey, atau wawancara dengan memberi pertanyaan. Data primer dalam penelitian ini antara lain:

- Data sebelum perbaikan
 - a. Data jumlah produksi *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017.
 - b. Data jumlah unit cacat *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017.
- Data setelah perbaikan
 - a. Data jumlah produksi *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Juni-Juli 2017.
 - b. Data jumlah unit cacat *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Juni-Juli 2017.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dari data primer. Data sekunder bersumber dari dokumen-dokumen perusahaan yang diakses, dicatat, dan dikumpulkan oleh peneliti secara *up to date*. Data sekunder tersebut antara lain:

- a. Sejarah umum perusahaan
- b. Visi, Misi, dan Motto perusahaan
- c. Komitmen perusahaan
- d. Sistem ketenagakerjaan
- e. Struktur organisasi perusahaan
- f. Uraian pekerjaan

Sumber data primer yang diperlukan didapat dengan melakukan pengamatan visual terhadap produk *frame chassis* pada *line assy B* yang diproduksi di PT Gemala Kempa Daya, dan juga melalui tanya jawab terhadap pihak-pihak yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan. Sedangkan data sekunder didapat melalui dokumen-dokumen yang dimiliki oleh perusahaan, dan juga melalui tanya jawab terhadap pihak-pihak yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Terdapat beberapa macam metode yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data yang relevan terhadap masalah yang diteliti. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Pengamatan Secara Langsung (Observasi)

Metode observasi merupakan suatu metode pengumpulan data dengan mengamati secara langsung terhadap jalannya aktifitas-aktifitas obyek yang diteliti. Pengamatan dilakukan untuk memperoleh data dengan cara melihat atau melakukan pengamatan langsung, dan mencatat hal-hal yang penting yang berhubungan dengan bahan penulisan dalam penelitian tugas akhir ini.

2. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan dilakukan untuk memperoleh dasar-dasar referensi yang kuat dan acuan penelitian sebelumnya yang relevan dengan permasalahan yang diteliti. Studi pustaka dilakukan dengan mengeksplorasi buku-buku, jurnal, dan penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Melalui studi pustaka diperoleh bekal dan gambaran mengenai teori-teori dan konsep-konsep yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti dengan penerapan metode DMAIC.

3. Wawancara

Metode wawancara merupakan suatu metode pengumpulan data dengan cara mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau berdiskusi langsung dengan pihak-pihak yang terkait, dalam upaya memperoleh informasi yang berhubungan dengan objek yang diteliti.

3.3. Teknik Analisis

Teknik analisis yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi lapangan, perumusan masalah, studi pustaka, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

3.3.1. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan langkah awal yang dilaksanakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi aktual perusahaan sehingga mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Studi lapangan diawali dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan dan disertai dengan wawancara langsung dengan pihak perusahaan dengan tujuan untuk mengetahui secara umum gambaran kondisi perusahaan, seperti proses produksi, hingga permasalahan-permasalahan yang terjadi di perusahaan. Hal ini dilakukan agar permasalahan yang ada pada perusahaan dapat diketahui dengan jelas dan nyata.

3.3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan sebagai landasan teori dari penelitian yang berkaitan dengan pemilihan teori-teori yang sesuai dengan permasalahan yang ada dan teori-teori yang mendukung untuk memecahkan permasalahan yang terjadi di perusahaan. Studi pustaka dalam tugas akhir ini berkaitan metode *Six Sigma*, dengan tahap pengendalian kualitas *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC).

3.3.3. Perumusan Masalah

Setelah diketahui latar belakang masalah yang terdapat di perusahaan dan juga studi pustaka yang mendukung, langkah selanjutnya adalah perumusan masalah. Permasalahan yang sedang dihadapi perusahaan adalah meningkatnya produk yang tidak sesuai spesifikasi pada perakitan *frame chassis line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017. Untuk itu diperlukan metode pengendalian kualitas yang dapat membantu menurunkan jumlah produk yang tidak sesuai spesifikasi.

3.3.4. Tujuan Penelitian

Menentukan tujuan penelitian dilakukan agar penelitian serta hasil yang ingin didapat dari penelitian tugas akhir ini lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

3.3.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi dan data-data yang dibutuhkan, yaitu data primer dan data sekunder. Informasi dan data-data inilah yang akan dijadikan dasar dalam melakukan analisis guna mencari solusi atau permasalahan yang terjadi.

3.3.6. Pengolahan Data

Pada tahap ini dijelaskan langkah-langkah dalam mengolah data yang telah diambil dari tahap pengumpulan data, dengan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC). Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data sebagai berikut:

1. Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan: mendefinisikan kriteria pemilihan proyek DMAIC, pembuatan diagram *supplier-input-process-output-customer* (SIPOC), pernyataan kebutuhan pelanggan, serta mendefinisikan masalah dan tujuan DMAIC.

2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini, hal-hal yang perlu dilakukan adalah:

- a. Menetapkan karakteristik kualitas (CTQ), didapat dengan cara mengetahui karakteristik-karakteristik jenis cacat yang mungkin akan timbul sehingga mempengaruhi kualitas produk.
- b. Pembuatan diagram pareto, dengan mengurutkan jenis cacat berdasarkan jumlah cacat terbesar hingga terkecil, sehingga dapat diketahui skala prioritas perbaikan berdasarkan jumlah cacat terbesar.
- c. Menghitung proporsi cacat dan pembuatan peta kendali p, dengan menentukan batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*), kemudian membandingkan proporsi cacat dengan UCL dan LCL. Sehingga dapat diketahui apakah terdapat proporsi cacat yang melewati batas kendali dengan menggambarannya pada peta kendali p.
- d. Perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dan *level sigma*

3.4. Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan yang dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan. Analisis dan pembahasan dilakukan untuk menganalisis penyebab terjadinya *defect* dan akibat yang ditimbulkannya.

1. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini akan melakukan identifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan dengan pembuatan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*).

2. Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tindakan perbaikan terhadap masalah yang telah terjadi dengan melakukan usulan perbaikan terhadap peningkatan kualitas produk. Pada tahap ini dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode 5W-1H.

3. Tahap *Control*

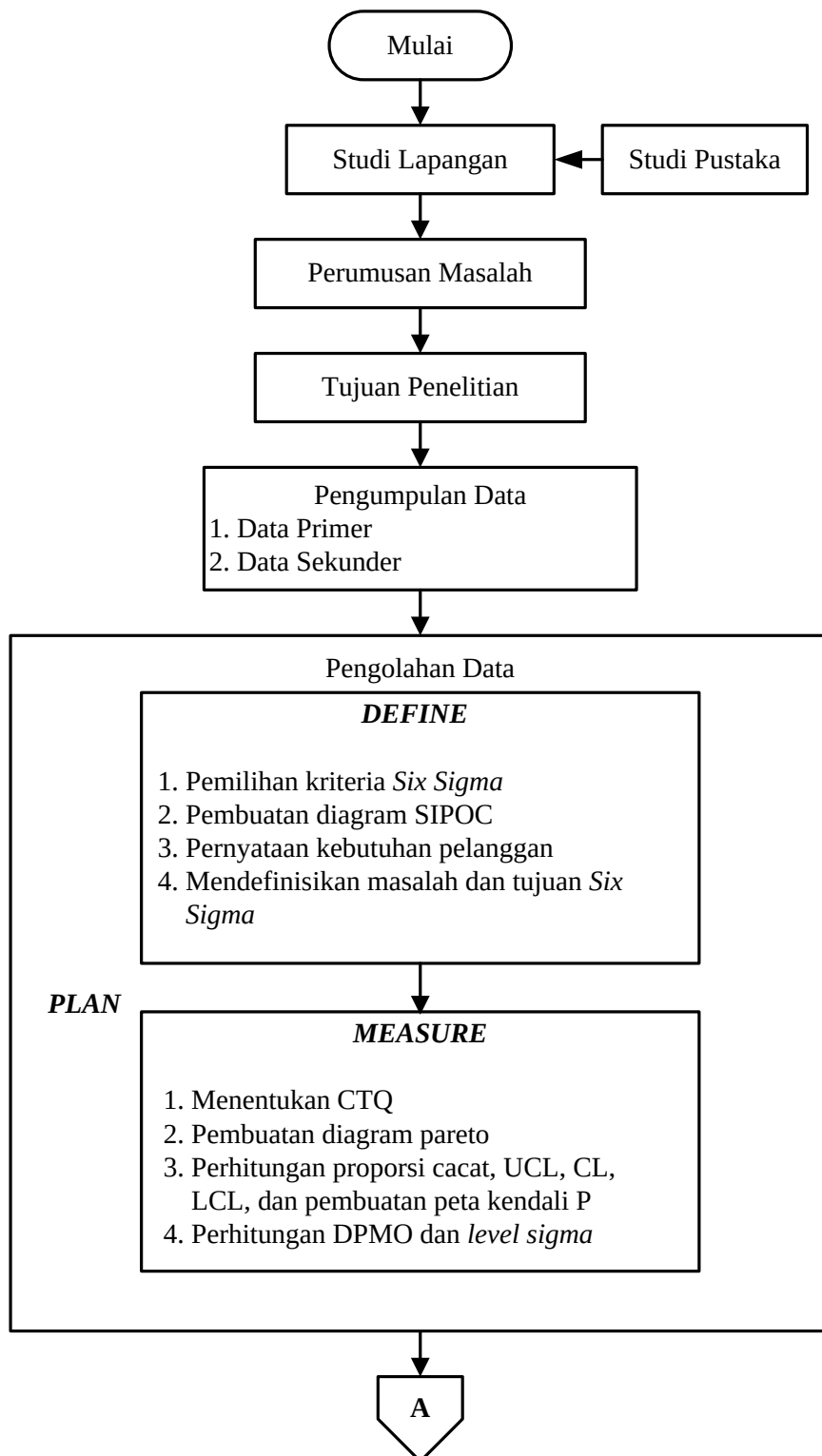
Tahap *control* merupakan tahap operasional terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, dan perlu adanya pengontrolan yang baik terhadap proses produksi, sehingga pada saat implementasi perbaikan dapat menurunkan proporsi cacat dan terjadi peningkatan *level sigma*.

3.5. **Kesimpulan dan Saran**

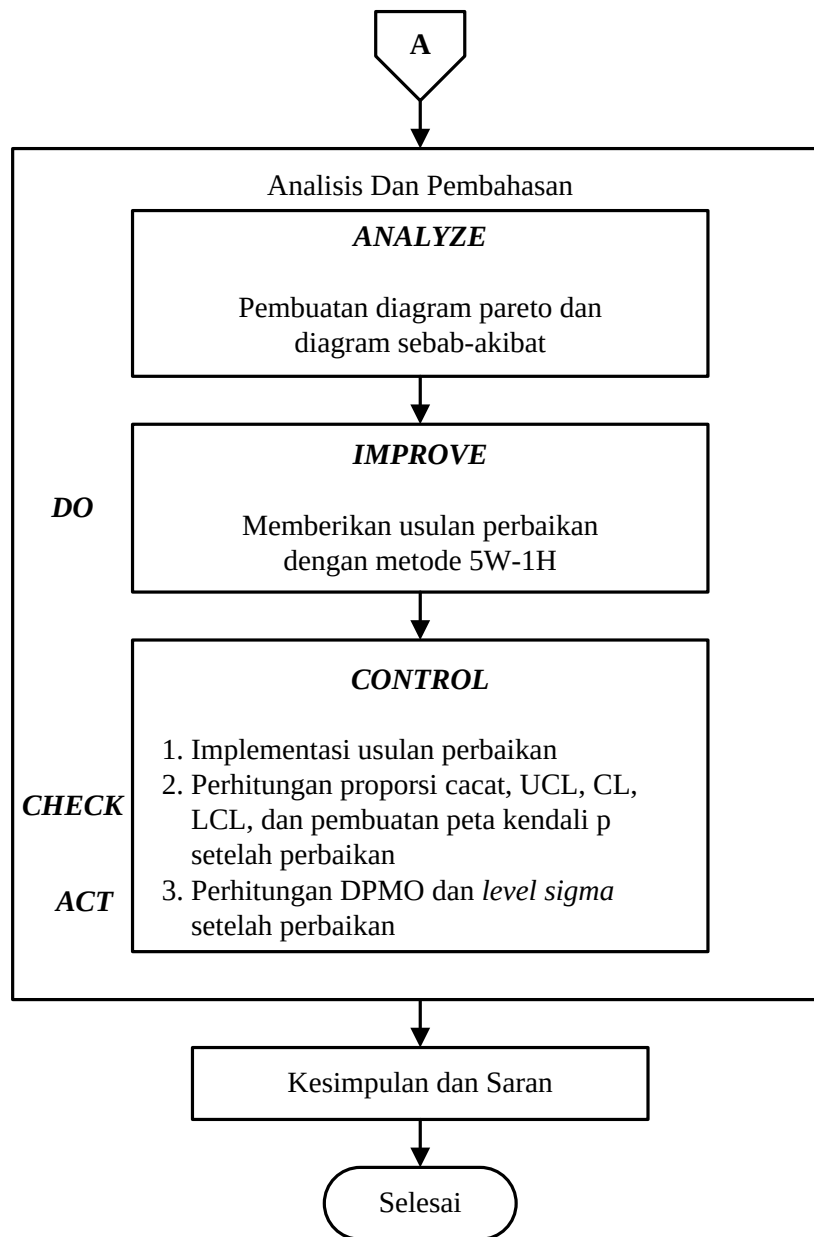
Kesimpulan dibuat untuk memberikan solusi terhadap permasalahan dengan menjawab tujuan-tujuan penelitian. Kesimpulan diperoleh berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap hasil pengolahan data. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang maupun bagi penelitian selanjutnya.

3.6. **Flowchart Metodologi Penelitian**

Flowchart metodologi penelitian menggambarkan langkah-langkah berfikir sistematis dalam melakukan pemecahan masalah. Adapun *flowchart* metodologi penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.1. *Flowchart* Pemecahan Masalah



Gambar 3.1. *Flowchart* Pemecahan Masalah (Lanjutan)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pada bab ini berisi data yang didapat dari perusahaan. Data tersebut diantaranya data primer dan data sekunder. Kedua data tersebut didapat dari PT Gemala Kempa Daya baik melalui pengamatan langsung maupun dari dokumen perusahaan. Data sekunder perusahaan terdiri dari sejarah umum perusahaan, visi misi, dan motto perusahaan, komitmen perusahaan, sistem ketenagakerjaan, struktur organisasi, uraian pekerjaan, dan proses produksi *frame chassis*. Data primer antara lain jumlah produksi dan jumlah cacat produksi *frame chassis* pada *line assy B* selama dua bulan yaitu pada bulan Januari-Februari 2017. Selanjutnya, data-data tersebut akan digunakan untuk dianalisa pada pengolahan data.

4.1.1. Sejarah Umum Perusahaan

Perkembangan industri komponen kendaraan bermotor ditanah air terus meningkat seiring dengan kemajuan industri kendaraan bermotor. Berkaitan dengan hal ini PT Inti Ganda Perdana *Group* (IGP *Group*) turut mengambil bagian dan berperan dalam kegiatan industri suku cadang aksesoris roda empat atau lebih. IGP *Group* yang sebermula bernama Gemala Kempa Daya *Group* (GKD) saat ini terdiri dari 4 perusahaan yaitu:

- a. PT Inti Ganda Perdana (IGP)
- b. PT Gemala Kempa Daya (GKD)
- c. Asano Gear Indonesia (AGI)
- d. PT Akashi Wahana Indonesia (AWI)

Total luas kawasan industri adalah 153.783 m². Pemegang SIPPT atas lahan seluas tersebut adalah PT Inti Ganda Perdana (67.755 m²), PT Gemala Kempa Daya (45.353 m²), PT Asano Gear Indonesia (5.642 m²), dan PT Akashi Wahana Indonesia (11.200 m²). Perusahaan pertama yang didirikan oleh IGP Group adalah PT Gemala Kempa Daya yaitu tanggal 7 Oktober 1980 yang berlokasi di Jalan Pegangsaan Dua A1 KM 1.6, Kelapa Gading Jakarta Utara.

Dengan akte Nyonya Rukma Santi Hardjasatya, SH No. 15 dan mendapat lisensi pada tanggal 22 September 1981. Dimana pemilik saham dari perusahaan ini antara lain Astra Group, PT Saptya Panji Manggala, PT Mudaya Corp, PT Trikirana Investindo Prima, PT Santiluwansa Lestari dan PT Wahanalaksana Kertapradhana. Pada bulan Januari dan Februari 1986 PT Gemala Kempa Daya melakukan uji coba produksi komersialnya seperti rangka truk ukuran besar dengan menggunakan mesin *press* yang dimilikinya, yaitu mesin *press* 2000 ton. Sedangkan pada bulan September 1987 perusahaan mulai memproduksi *baking plate* untuk sistem pengereman mobil.

Seiring dan berkembangnya perusahaan ini dan menjawab tantangan pasar pada bulan Agustus 1992 dilakukan uji coba produksi dengan mesin *press* 4000 ton, dengan jumlah tenaga kerja 700 orang. Adapun hasil produksi PT Gemala Kempa Daya adalah *frame chassis* dan *press parts* sebagai bisnis utamanya, dan PT Gemala Kempa Daya bertekad untuk menjadi produsen *frame chassis* dan *press part* dengan daya saing terbaik di wilayah global.

4.1.2. Visi, Misi, dan Motto Perusahaan

PT Gemala Kempa Daya adalah perusahaan yang bergerak dibidang *frame chassis, pressed and body builder* mempunyai perusahaan kelas dunia melalui kemampuan *engineering* yang *excellent*. PT GKD merupakan perusahaan yang memproduksi *frame chassis* dan *pressed parts* dengan mengutamakan memberikan pelayanan terbaik kepada *customer* sehingga PT GKD memiliki visi, misi, motto, dan komitmen perusahaan sebagai berikut:

1. Visi:

Menjadi pembuat komponen otomotif *under body* yang mampu bersaing di ASEAN.

2. Misi:

Membuat komponen otomotif *under body* yang handal.

3. Motto:

Sebagai perusahaan yang berskala besar perusahaan ini memiliki motto seperti:

- a. *Zero Accident*
- b. *Zero Defect*
- c. *Zero Line Stop* dan
- d. *Zero Break Down*.

4.1.3. Komitmen Perusahaan

Untuk mencapai Visi, Misi dan Motto perusahaan seluruh jajaran direksi dan karyawan PT Gemala Kempa Daya memiliki komitmen untuk:

- a. Terpercaya dan handal

Bertekad dan mampu membuktikan apa yang diucapkan dan diamanatkan sesuai dengan tugas-tugasnya di PT Gemala Kempa Daya serta prinsip GCG (*Good Corporate Governance*).

- b. Fokus pada pelanggan

Selalu mencari peluang untuk memberikan lebih dari yang diharapkan pelanggan melalui usaha-usaha terbaik dan inovasi yang tiada henti dalam segala bidang.

- c. Semangat keprimaan

Selalu mempunyai hasrat yang menggebu-gebu untuk mencapai hasil yang lebih baik dari tuntutan kerja.

- d. Kerjasama

Bangga sebagai bagian dari *AOP Group* dan berkomitmen untuk tukar pikiran serta saling membantu dalam usaha untuk mencapai keberhasilan bersama demi keunggulan *AOP Group*.

PT Gemala Kempa Daya berkomitmen menjalankan perusahaan dengan menekankan kepada prinsip-prinsip *good governance*, kejujuran, integritas, keterbukaan serta senantiasa melakukan perbaikan berkesinambungan terhadap semua sumber daya berdasarkan *Astra Management System (AMS)*. Berkomitmen untuk menghormati hak asasi manusia, pemenuhan semua peraturan perundangan dan persyaratan lain yang berlaku dan sesuai, serta pencegahan terhadap polusi, kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja pada setiap aktivitas yang menjadi tanggung jawab perusahaan untuk mencapai kepuasan pelanggan, dengan cara:

1. Memberikan *quality* dan *value* terbaik kepada seluruh pelanggan dan *stakeholder* lainnya melalui cara-cara yang unik dan inovatif.
2. Menjalin hubungan industrial yang harmonis untuk mencapai keseimbangan di area kerja.
3. Melakukan perencanaan dan pengoperasian semua fasilitas dengan mempertimbangkan keamanan, keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan karyawan.
4. Mengurangi pemakaian sumber daya alam.
5. Mengurangi dan bertanggungjawab untuk mengelola limbah B3 (Bahan Bahaya dan Beracun) dan non B3 secara optimal dengan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).
6. Melindungi dan melestarikan keanekaragaman hayati.
7. Mengurangi bahan pencemar udara dan gas rumah kaca yang dapat mengakibatkan perubahan iklim.

4.1.4. Sistem Ketenagakerjaan

Sistem dan waktu kerja yang ada di PT Gemala Kempa Daya dapat dibedakan menjadi tenaga kerja regular (*non shift*) dan *shift*.

a. Jam Kerja *Regular*

Hari kerja kantor atau regular terdiri dari 5 (lima) hari kerja dalam seminggu, yaitu hari Senin sampai dengan hari Jumat, dengan pengaturan jam kerja dan jam istirahat sebagai berikut:

Hari Senin – Kamis	: 07.30 – 16.15 WIB
Istirahat	: 11.45 – 12.30 WIB
Hari Jumat	: 07.30 – 16.30 WIB
Istirahat	: 11.45 – 12.45 WIB

b. Jam Kerja *Shift*

PT Gemala Kempa Daya terdapat 3 *shift*, yaitu *shift* pagi, *shift* sore, dan *shift* malam. Pergantian *shift* yang ada di PT Gemala Kempa Daya setiap 1 minggu sekali. Apabila tenaga kerja mendapat *shift* pagi, untuk 1 minggu kedepan maka akan mendapat *shift* sore, begitupun seterusnya.

Hari kerja *shift* pagi, *shift* sore, dan *shift* malam terdiri dari hari kerja yaitu hari Senin sampai dengan Kamis dengan pembagian waktu kerja yang terdiri dari waktu kerja, waktu istirahat, dan waktu *break* (*kyuke*) selama 10 menit. Berikut merupakan tabel pembagian waktu kerja pada hari Senin-Kamis:

Tabel 4.1. Pembagian Waktu Kerja Hari Senin – Kamis

<i>Shift</i> Kerja	Waktu Kerja (WIB)	Waktu Istirahat (WIB)	Waktu <i>Break</i> (<i>Kyuke</i>) (WIB)
<i>Shift</i> pagi (I)	07.30 – 16.15	11.45 – 12.30	10.00 – 10.10 14.30 – 14.40
<i>Shift</i> sore (II)	16.30 – 24.00	19.30 – 20.00	18.00 – 18.15 22.00 – 22.10
<i>Shift</i> malam (III)	24.00 – 07.30	03.00 – 03.30	05.00 – 05.15

(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

Sedangkan untuk pembagian waktu kerja pada hari Jumat berbeda dengan pembagian waktu kerja pada hari Senin-Kamis. Pembagian waktu kerja terdiri dari waktu kerja, waktu istirahat, dan waktu *break* (*kyuke*) selama 10 menit. Berikut merupakan tabel pembagian waktu kerja pada hari Jumat:

Tabel 4.2. Pembagian Waktu Kerja Hari Jumat

<i>Shift</i> Kerja	Waktu Kerja (WIB)	Waktu Istirahat (WIB)	Waktu <i>Break</i> (<i>Kyuke</i>) (WIB)
<i>Shift</i> pagi (I)	07.30 – 16.30	11.45 – 12.45	10.00 – 10.10 14.30 – 14.40
<i>Shift</i> sore (II)	16.30 – 24.00	19.30 – 20.00	18.00 – 18.15 22.00 – 22.10
<i>Shift</i> malam (III)	24.00 – 07.30	03.00 – 03.30	05.00 – 05.15

(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

c. Jam Kerja Lembur (*Overtime*)

Untuk waktu lembur, perusahaan memperkerjakan tenaga kerja maksimal 7 jam dalam sehari dengan perintah tertulis *Section Head* dengan persetujuan dari *Departement Head*. Kehadiran setiap tenaga kerja diatur oleh manajemen perusahaan, adapun peraturan tersebut antara lain:

- 1) Tenaga kerja melakukan sendiri pencatatan kehadirannya pada mesin pencatat pada waktu datang dan pulang, sebagai bukti kehadiran di tempat kerja.
- 2) Tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja, datang terlambat, pulang lebih awal, meninggalkan pekerjaan dalam jam kerja tanpa seizin atasannya akan dikenakan sanksi berupa potongan upah pokok.
- 3) Ketidakhadiran karena sakit yang melebihi satu hari harus dibuktikan dengan surat keterangan dokter.
- 4) Tenaga kerja tidak dapat masuk kerja diluar jam kerja, kecuali telah mendapat surat tertulis dari atasannya.
- 5) Pelanggaran oleh tenaga kerja mengenai kehadiran atau meninggalkan tempat kerja lebih cepat akan dikenakan sanksi administrasi sesuai dengan pengaturan kedisiplinan.
- 6) Apabila tenaga kerja tidak masuk kerja selama 5 hari kerja berturut-turut tanpa keterangan secara tertulis dengan bukti yang sah dan telah dipanggil oleh perusahaan, maka dianggap mengundurkan diri dari pekerjaannya (Permenaker NO. 03/MEN/1996).
- 7) Tenaga kerja yang meninggalkan pekerjaan pekerjaan dalam jam kerja, wajib meminta izin dari atasannya langsung memberikan alasan.

4.1.5. Struktur Organisasi

Untuk tercapainya tujuan perusahaan, maka seluruh aspek yang menunjang tujuan tersebut harus dapat digunakan dengan baik dan terprogram. Maka untuk itu manajemen mempunyai peranan penting dalam mengatur dan mengelola aspek-aspek tersebut, hingga dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Hal tersebut perlu dilakukan terhadap sumber daya manusia. Sumber daya tersebut perlu diorganisir sedemikian rupa sehingga dapat memberikan fungsi yang seoptimal mungkin. Tugas, hak, dan kewajiban menjadi jelas sehingga setiap karyawannya dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan. Struktur organisasi PT Gemala Kempa Daya dapat pada gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT Gemala Kempa Daya
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

4.1.6. Uraian Pekerjaan

Berikut ini adalah uraian pekerjaan secara umum dari masing-masing bagian dalam struktur organisasi PT Gemala Kempa Daya:

1. *Board of Directors*

Board of Directors merupakan jajaran direksi yang terdiri dari *President Directors*, *Vice President Directors*, dan *Directors* merupakan *management* tertinggi di perusahaan.

2. *Engineering*

Merupakan divisi yang bertanggungjawab dalam desain produk yang diinginkan oleh *customer*, berkoordinasi dengan bagian produksi dalam pembuatan produk dengan desain yang baru, berkoordinasi dengan bagian *maintenance* dalam memeriksa kerusakan mesin-mesin sehingga dapat diketahui permasalahan pada mesin tersebut.

- 1) *Product Engineering*

Bertanggungjawab pada proses perancangan dan pengembangan produk. *Product engineering* bertanggungjawab dalam RND & *testing*, serta *product development*.

- 2) *Process Engineering*

Berfokus pada perancangan, operasi, pengendalian, dan pengoptimalan proses produksi. *Process engineering* bertanggungjawab dalam *production engineering*, serta *maintenance and lab (dies dan jig)*

3. *Quality Assurance*

Merupakan divisi yang bertanggungjawab dan menjamin bahwa semua hasil produksi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, bertanggungjawab dalam *quality system* yaitu melakukan audit internal maupun eksternal, dan membuat *document control*, melakukan peningkatan kualitas dan memantau serta menangani keluhan-keluhan pelanggan, melaksanakan *project-project* untuk meningkatkan kualitas, seperti *project BIQ (Built In Quality)*, melakukan MSA (*Measurement System Analysis*), dan SPC (*Statistical Process Control*).

4. *Plant*

Merupakan divisi yang bertanggungjawab dalam mengontrol, mengawasi, keseluruhan dari operasi yang berjalan di pabrik dan juga bertanggungjawab untuk semua kegiatan di pabrik. Divisi *plant* membawahi berbagai departemen, antara lain *Production Departement*, *PPIC Departement*, dan *Maintenance Departement*.

1) *Production*

Bertanggungjawab pada semua hal yang berkaitan dengan produksi, mulai dari proses, progres, *problem solving*, kualitas, kuantitas, *reporting*, dan lain sebagainya. Memastikan tercapainya hasil produksi sesuai dengan rencana perusahaan baik dalam hal kualitas, kuantitas, dan waktu penyelesaiannya dengan menggunakan sumber daya secara optimal.

2) *Production Planning Inventory Control (PPIC)*

Bertanggungjawab dalam menentukan seberapa besar produk yang akan diproduksi serta peninjauan kontrak kepada konsumen. Bertanggungjawab atas segala urusan yang berhubungan dengan pembelian, PPC, dan gudang.

3) *Maintenance*

Bertanggungjawab untuk melakukan perawatan dan pemeliharaan atas semua mesin atau peralatan yang dibutuhkan selama proses produksi. Selain itu mengatur seluruh kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan perawatan segala sarana dan prasarana perusahaan.

5. *EHS & CSR Office*

Merupakan divisi yang bertanggungjawab atas kesehatan dan keselamatan para pekerja di perusahaan, melaksanakan program K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) di tempat kerja.

6. *HRD & General Affair (GA)*

Merupakan divisi yang mengatur tentang perkembangan dan keadaan karyawan-karyawannya serta menangani masalah pelayanan umum.

1) HRD

Bertanggungjawab terhadap perekrutan karyawan baru, evaluasi karyawan dan pelatihan karyawan serta bertanggungjawab dalam menangani semua kebutuhan karyawan yang disediakan oleh perusahaan seperti makan, transportasi, pakaian seragam, dan lain-lain.

2) *Learning Center*

Bertanggungjawab terhadap fasilitas pusat pelatihan atau *learning center* yang berfungsi untuk penyelenggaraan program pendidikan dan pelatihan.

3) *General Affair (GA)*

Bertugas menjalin hubungan baik dengan pihak eksternal, memenuhi semua kebutuhan operasional karyawan, pengurusan dokumen untuk kepentingan internal perusahaan.

7. *Sales Admin Office*

Merupakan divisi yang menangani penjualan, pemasaran dalam suatu perusahaan dan *price adjustment*.

8. *Purchasing*

Merupakan divisi yang bertanggungjawab terhadap pembelian peralatan dan perlengkapan perusahaan dan *supplier management*.

9. *Administration & IT*

Merupakan divisi yang berhubungan dengan administrasi perusahaan, dan sistem informasi di perusahaan.

1) *Finance*

Bertanggungjawab dalam mengatur keuangan perusahaan, *treasury management*, dan *cash flow management*.

2) *Accounting*

Bertanggungjawab dalam membuat laporan keuangan dan berhubungan dengan asset perusahaan.

3) *Budget & Cost Control*

Bertanggungjawab dalam *investment review* dan mengontrol biaya secara akurat dalam periode tertentu.

4) *Corporate Control*

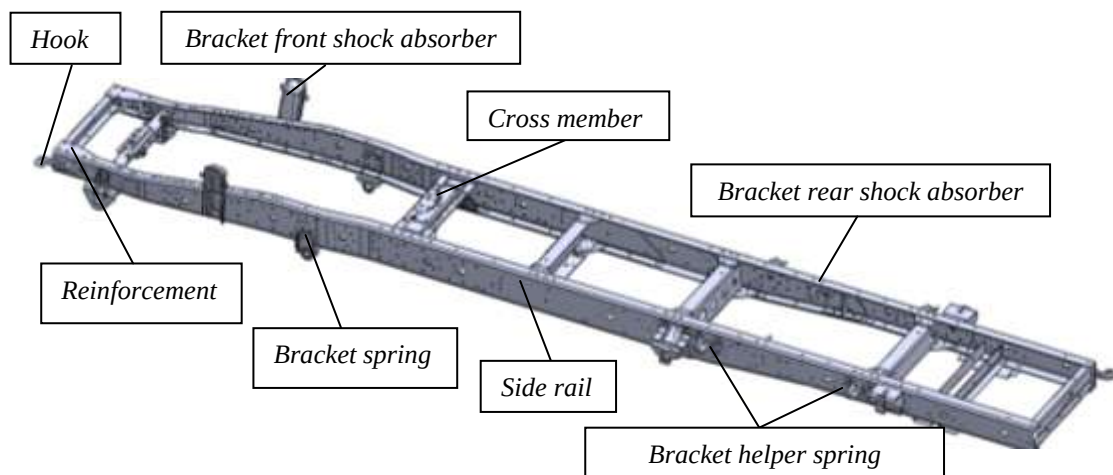
Bertanggungjawab dalam melakukan audit internal dan *risk register update*.

5) *Information Technology (IT)*

Bertanggungjawab dalam *IT system development*, dan *IT maintenance*.

4.1.7. Produk *Frame Chassis*

Frame chassis atau *frame assy* dibidang otomotif adalah sebuah rangka pada kendaraan yang berfungsi menopang seluruh komponen kendaraan, dan menjadi dasar bagi sebuah kendaraan. *Frame chassis* yang terdiri dari berbagai komponen yaitu *side rail* dan *inner*, *crossmember*, *bracket spring*, *reinforcement*, *bracket shock absorber*, *bracket helper spring*, dan *hook*.



Gambar 4.2. *Frame Chassis*
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

Berikut merupakan penjelasan bagian-bagian dari *frame chassis*:

a. *Side rail*

Side rail berfungsi sebagai penopang utama dari semua partisi-partisi kecil yang berfungsi sebagai tempat pemasangan *part-part assembly*. *Side rail* memudahkan tersambung atau menyatunya *cross member*, *bracket*, dan *part* lainnya.

b. *Cross member*

Cross member berfungsi untuk menghubungkan kedua buah *side rail*. *Cross member* memiliki fungsi masing-masing, yaitu sebagai tempat instalasi mesin, gardan, suspensi, serta *part assembly* lainnya. Selain itu, *cross member* bermanfaat untuk menopang mesin dan berguna untuk menyeimbangkan laju kendaraan.

c. *Bracket spring*

Bracket spring adalah *part* yang berfungsi sebagaiudukan pegas daun (*leaf spring*) pada *chassis* kendaraan. *Part* ini cukup penting karena menyangkut kenyamanan dan keselamatan dalam berkendara.

d. *Reinforcement*

Reinforcement berfungsi sebagai penguat.

e. *Bracket Shock Absorber*

Bracket Shock Absorber berfungsi sebagaiudukan *shock absorber*. *Bracket shock absorber* terdiri dari *bracket shock absorber front* dan *bracket shock absorber rear*.

f. *Bracket helper spring*

Bracket helper spring adalah *part* yang berfungsi sebagai penahan gaya elastis *spring* yang berlebihan pada saat *spring* beroperasi atau mengayun menahan beban.

g. *Hook*

Hook digunakan apabila kendaraan dalam keadaan bermasalah. *Hook* dipasang pada bagian depan dan belakang *frame chassis*, terdiri dari *hook front* dan *hook rear*.

4.1.8. Proses Perakitan *Frame Chassis*

Salah satu produk utama PT Gemala Kempa Daya yaitu adalah *frame chassis*. Proses perakitan *frame chassis* melalui beberapa tahap diantaranya adalah *pre assy 1*, *pre assy 2*, *main assy*, *additional 1*, *additional 2*, dan *quality gate*. Berikut merupakan penjelasan mengenai tahap-tahap perakitan *frame chassis*:

1. *Pre Assy 1*

Merupakan penggabungan *side rail* dengan *inner* kemudian menggunakan *hand vise* untuk pemasangan *nut weld* agar posisi lubang *side rail* dengan *inner* tetap *center* dan tidak salah posisi pemasangan.



Gambar 4.3. Proses *Pre Assy 1*
(Sumber: Gemala Kempa Daya)

2. *Pre Assy 2*

Merupakan proses *riveting* pada pemasangan *reinforcement front*, *stiffener frame side rail front*, *bracket spring no 1*, *bracket spring no 2*, *bracket shock absorber front*, *bracket spring no 3*, *bracket spring no 4*, *bracket rear shock absorber*, *stiffener frame side rail rear*.



Gambar 4.4. Proses *Pre Assy 2*
(Sumber: Gemala Kempa Daya)

3. *Main Assy*

Merupakan tahap pemasangan *cross member*. Proses ini di pasang kedua buah *side rail* dihubungkan dengan *all cross member* (*cross member front*, *cross member no 2*, *cross member no 3*, *cross member no 4*, *cross member no 5*, *cross member no 6*, dan *cross member rear* antara *side rail* kiri dan *side rail* kanan sehingga membentuk *frame chassis*, metode yang digunakan adalah *riveting*.



Gambar 4.5. Proses *Main Assy*
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

4. *Additional 1*

Merupakan proses perakitan *part* pelengkap. Di proses ini *frame chassis* perlu *part* tambahan seperti pemasangan *bracket support engine mounting* dan pemasangan *hook*. *Hook* digunakan untuk kendaraan dalam keadaan bermasalah, *hook* dipasang pada bagian depan dan belakang *frame chassis*.



Gambar 4.6. *Additional 1*
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

5. *Additional 2*

Pada tahap ini dilakukan proses *reamare*, yaitu berfungsi untuk memperbesar lubang dan memperhalus lubang, *check hole function* dan pemberian tanda kode produksi pada *frame chassis*.



Gambar 4.7. *Additional 2*
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

6. *Quality Gate*

Merupakan pengecekan 100% kelengkapan *part* mulai dari *rivet*, *nut*, *hasil welding*, *hasil riveting*, *cross member*, *bracket spring*, *hole*, dan lainnya sehingga tidak ada *part* yang terlewatkan ataupun belum terpasang.



Gambar 4.8. Proses *Quality Gate*
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

4.1.9. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat *Frame Chassis*

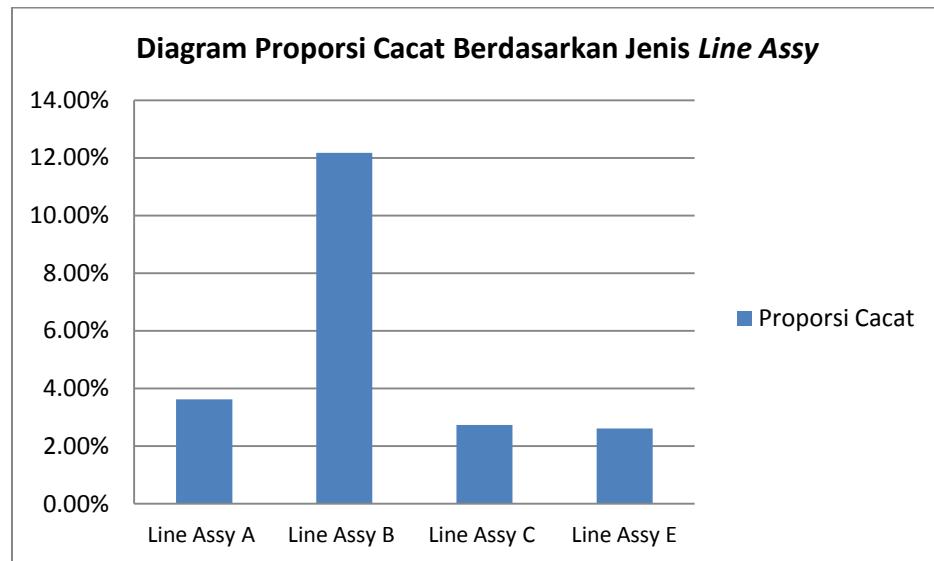
Pengambilan data jumlah produksi dan jumlah cacat *frame chassis* dilakukan pada masing-masing *line assy* yang memiliki jenis dan kategori yang berbeda-beda. Terdapat 4 lini perakitan *frame chassis* di PT Gemala Kempa Daya diantaranya adalah perakitan *frame chassis* kategori II (*Small Category*) yaitu kendaraan dengan daya muat sebesar 10-15 ton, dan perakitan *frame chassis* kategori III (*Medium Category*) yaitu kendaraan dengan daya muat sebesar 10-25 ton. Data yang digunakan yaitu jumlah produksi dan jumlah cacat *frame chassis* selama dua bulan, yaitu pada bulan Januari-Februari 2017. Berikut merupakan data jumlah produksi dan jumlah cacat *frame chassis* pada setiap *line assy* selama bulan Januari-Februari 2017:

Tabel 4.3. Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat *Frame Chassis Line Assy* pada Bulan Januari-Februari 2017

No	Jenis <i>Line</i>	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi cacat (%)
1	<i>Line Assy A</i>	5531	200	3,62%
2	<i>Line Assy B</i>	2318	282	12,17%
3	<i>Line Assy C</i>	656	18	2,74%
4	<i>Line Assy E</i>	1760	46	2,61%

(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

Dari Tabel 4.3. terlihat bahwa terdapat 4 lini perakitan *frame chassis* di PT Gemala Kempa Daya diantaranya adalah *line assy A* merupakan lini perakitan *frame chassis* Mitsubishi kategori II (*Small Category*), *line assy B* merupakan lini perakitan *frame chassis* Hino kategori II (*Small Category*), *line assy C* merupakan lini perakitan *frame chassis* Mitsubishi kategori III (*Medium Category*), dan *line assy E* merupakan lini perakitan *frame chassis* Isuzu kategori II (*Small Category*). Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa proporsi cacat terbesar terdapat pada *line assy B*. Maka selanjutnya akan dilakukan pembuatan diagram proporsi cacat produksi *frame chassis* pada masing-masing *line assy* selama bulan Januari-Februari 2017.



Gambar 4.9. Diagram Proporsi Cacat Berdasarkan Jenis *Line Assy* Selama Bulan Januari-Februari 2017
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari gambar diagram proporsi cacat diatas, dapat terlihat bahwa selama bulan Januari-Februari 2017, *line assy B* yang memiliki proporsi cacat terbesar yaitu sebesar 12,17% yang berjumlah 282 unit cacat dan 2318 unit jumlah produksi *frame chassis* yang dihasilkan.

4.1.10. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat *Frame Chassis* pada *Line Assy B*

Pengambilan data jumlah produksi dan jumlah cacat *frame chassis* pada *line assy B* dilakukan selama dua bulan yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 hingga tanggal 28 Februari 2017, dengan jumlah pengamatan selama 43 hari dan dengan jumlah produksi yang berbeda-beda untuk setiap tanggal pengamatan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, jumlah produksi *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017 sebesar 2318 unit, dan jumlah cacat produksi *frame chassis* pada *line assy B* sebesar 282 unit. Berikut ini merupakan data jumlah produksi dan jumlah cacat *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.4:

Tabel 4.4. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat *Frame Chassis* pada *Line Assy B* selama Bulan Januari-Februari 2017

No	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)
1	03 Januari 2017	45	0
2	04 Januari 2017	40	0
3	05 Januari 2017	47	6
4	06 Januari 2017	45	3
5	09 Januari 2017	46	5
6	10 Januari 2017	35	4
7	11 Januari 2017	46	2
8	12 Januari 2017	45	5
9	13 Januari 2017	65	9
10	16 Januari 2017	89	8
11	17 Januari 2017	83	7
12	18 Januari 2017	43	2
13	19 Januari 2017	69	18
14	20 Januari 2017	26	2
15	23 Januari 2017	89	16
16	24 Januari 2017	49	8
17	25 Januari 2017	40	4
18	26 Januari 2017	46	3
19	27 Januari 2017	46	5
20	30 Januari 2017	37	8
21	31 Januari 2017	46	6
22	01 Februari 2017	56	9
23	02 Februari 2017	50	9
24	03 Februari 2017	60	10
25	06 Februari 2017	66	12
26	07 Februari 2017	56	9
27	08 Februari 2017	72	9
28	09 Februari 2017	64	11
29	10 Februari 2017	49	8
30	12 Februari 2017	50	7
31	13 Februari 2017	70	9
32	14 Februari 2017	48	4
33	16 Februari 2017	65	8
34	17 Februari 2017	76	7
35	19 Februari 2017	51	5
36	20 Februari 2017	42	6

Lanjut...

Tabel 4.4. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat *Frame Chassis* pada *Line Assy B* selama Bulan Januari-Februari 2017 (Lanjutan)

No	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)
37	21 Februari 2017	64	3
38	22 Februari 2017	65	10
39	23 Februari 2017	47	7
40	24 Februari 2017	48	6
41	26 Februari 2017	51	4
42	27 Februari 2017	47	8
43	28 Februari 2017	44	0
Total		2318	282

(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

4.1.11. Data Jenis dan Jumlah Cacat *Frame Chassis* pada *Line Assy B*

Data jenis dan jumlah cacat dalam unit yang dihasilkan pada produksi *frame chassis line assy B* selama bulan Januari- Februari 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5. Data Jenis dan Jumlah Cacat *Frame Chassis Line Assy B* selama Bulan Januari-Februari 2017

No	Jenis Cacat	Januari (unit)	Februari (unit)	Total (unit)
1	<i>Rivet Gap</i>	44	82	126
2	<i>Rivet Tidak Center</i>	32	47	79
3	<i>Part NG (Not Good)</i>	23	19	42
4	<i>Rivet Tipis/kecil</i>	8	11	19
5	<i>Welding NG (Not Good)</i>	12	4	16
Total (unit)		119	163	282

(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa terdapat 5 (lima) jenis cacat produksi *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017, yaitu *rivet gap*, *rivet tidak center*, *part NG (Not Good)*, *rivet tipis/kecil*, dan *welding NG (Not Good)*. Pada bulan Februari, jenis cacat *rivet gap* sebesar 43 unit, jenis cacat *rivet tidak center* sebesar 32 unit, jenis cacat *part NG (Not Good)* sebesar 23 unit, jenis cacat *rivet tipis/kecil* sebesar 8 unit, dan jenis cacat *welding NG (Not Good)* sebesar 12 unit. Dari kelima jenis cacat tersebut, jumlah cacat pada bulan Januari sebanyak

119 unit. Sedangkan pada bulan Februari, jenis cacat *rivet gap* sebesar 82 unit, jenis cacat *rivet* tidak *center* sebesar 47 unit, jenis cacat *part* NG (*Not Good*) sebesar 19 unit, jenis cacat *rivet* tipis/kecil sebesar 11 unit, dan jenis cacat *welding* NG (*Not Good*) sebesar 4 unit. Dari kelima jenis cacat tersebut, jumlah cacat pada bulan Februari sebanyak 163 unit. Sehingga jumlah cacat pada bulan Januari dan Februari sebesar 282 unit.

4.2. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data yang diperoleh berdasarkan pengamatan lapangan, maka langkah selanjutnya adalah pengolahan data menggunakan tahap *Define* dan *Measure*.

4.2.1. Tahap *Define*

Define merupakan langkah operasional pertama dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*. Dalam tahap ini perlu mendefinisikan beberapa hal terkait dengan mendefinisikan kriteria pemilihan DMAIC, pembuatan diagram *Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers* (SIPOC), serta pernyataan masalah dan tujuan proyek DMAIC.

1. Mendefinisikan Kriteria Pemilihan DMAIC

Pemilihan kriteria DMAIC yang akan dilakukan adalah dengan memprioritaskan masalah-masalah dan kesempatan-kesempatan peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Pemilihan DMAIC akan dilaksanakan melalui pemilihan berdasarkan jenis lini perakitan (*line assembling*) yang terdapat di PT Gemala Kempa Daya.

2. Pemilihan Jenis *Line*

Pada penelitian ini pemilihan DMAIC akan dilakukan berdasarkan pemilihan jenis *line assy*. Dari ke empat *line assy* yang terdapat di PT Gemala Kempa Daya, produksi *frame chassis* pada *line assy* B yang banyak terdapat temuan produk cacat dan memiliki proporsi cacat terbesar.

3. Pembuatan Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*supplier-input-process-output-customer*) merupakan alat yang berguna dalam peningkatan proses untuk mendefinisikan proses kunci

beserta pelanggan dalam peningkatan kualitas. SIPOC dapat juga digunakan untuk mengetahui sampai sejauh mana tingkat kepuasan pelanggan terutama untuk produk yang dihasilkan karena dalam diagram SIPOC dipetakan dengan jelas dari mulai *supplier* hingga *customer*. Berikut ini merupakan pembuatan diagram SIPOC produk *frame chassis* pada *line assy* B:

- 1) *Supplier*: Pemasok internal adalah proses sebelum perakitan yaitu proses *manufacturing*.
- 2) *Input*: *Input* dalam pembuatan *frame chassis* adalah *side rail*, *inner*, *reinforcement*, *cross member*, *bracket spring*, *stiffener frame*, *bracket engine mounting*, *spare wheel*, *shock absorber*, *hook*, *rivet*, *bolt* dan *nut*.
- 3) *Process*: Proses pembuatan *frame chassis* terdiri dari beberapa tahap, yaitu diantaranya adalah *pre assy 1*, *pre assy 2*, *main assy*, *additional 1*, *additional 2*, dan *quality gate*.
 - a. *Pre Assy 1*

Merupakan penggabungan *side rail* dengan *inner* kemudian menggunakan *hand vise* untuk pemasangan *nut weld* agar posisi lubang *side rail* dengan *inner* tetap *center* dan tidak salah posisi pemasangan.
 - b. *Pre Assy 2*

Merupakan proses *rivetting* pada pemasangan *reinforcement front*, *stiffener frame side rail front*, *bracket spring no 1*, *bracket spring no 2*, *bracket shock absorber front*, *bracket spring no 3*, *bracket spring no 4*, *bracket rear shock absorber*, *stiffener frame side rail rear*.
 - c. *Main Assy*

Merupakan tahap pemasangan *cross member*. Proses ini di pasang kedua buah *side rail* dihubungkan dengan *all cross member* (*cross member front*, *cross member no 2*, *cross member no 3*, *cross member no 4*, *cross member no 5*, *cross member no 6*, dan *cross member rear* antara *side rail* kiri dan *side rail* kanan sehingga membentuk *frame chassis*, metode yang digunakan adalah *riveting*.

d. *Additional 1*

Merupakan proses perakitan *part* pelengkap. Di proses ini *frame chassis* perlu *part* tambahan seperti pemasangan *bracket support engine mounting* dan pemasangan *hook*. *Hook* digunakan untuk kendaraan dalam keadaan bermasalah, *hook* dipasang pada bagian depan dan belakang *frame chassis*.

e. *Additional 2*

Pada tahap ini dilakukan proses *reamare*, yaitu berfungsi untuk memperbesar lubang dan memperhalus lubang, *check hole function* dan pemberian tanda kode produksi pada *frame chassis*.

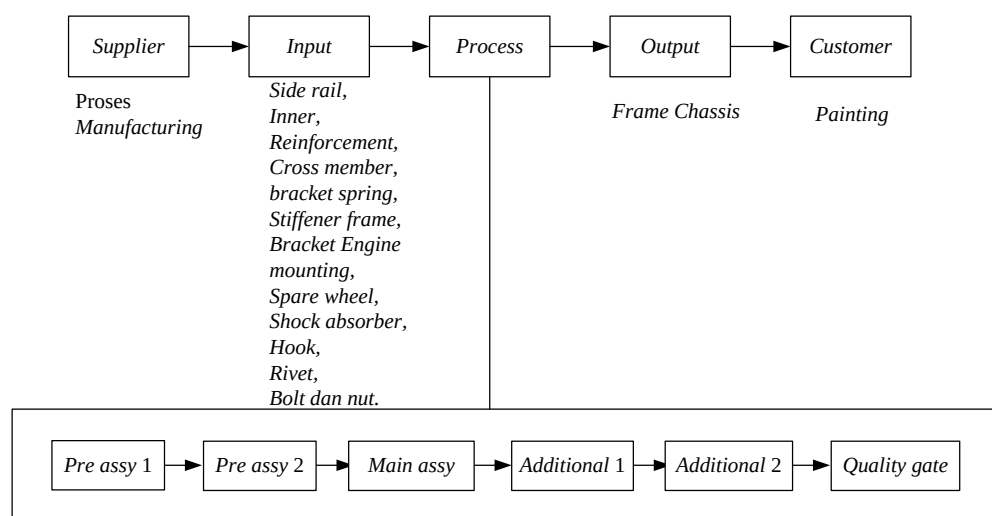
f. *Quality Gate*

Merupakan pengecekan 100% kelengkapan *part* mulai dari *rivet*, *nut*, hasil *welding*, hasil *riveting*, *cross member*, *bracket spring*, *hole*, dan lainnya sehingga tidak ada *part* yang terlewatkan ataupun belum terpasang.

4) *Output*: *Output* yang dihasilkan adalah *frame chassis*.

5) *Customer*: Pelanggan internal adalah proses selanjutnya yaitu proses *painting*.

Dari uraian diatas, maka diagram SIPOC pembuatan *frame chassis* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10. Diagram SIPOC *Frame Chassis* pada *Line Assy B*
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

4. Pernyataan Kebutuhan Pelanggan

Untuk menghasilkan suatu produk dengan kualitas yang baik, produk yang dihasilkan haruslah sesuai dengan pernyataan akan kebutuhan pelanggan. Berdasarkan penjelasan diatas, bagian *Quality Gate* mendefinisikan kebutuhan tersebut kedalam beberapa unsur yang digunakan sebagai indikator kebutuhan pelanggan, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.6. Indikator Kebutuhan Pelanggan *Frame Chassis* pada *Line Assy B*

<i>Item Check</i>	Deskripsi
Kondisi <i>rivet</i>	Sesuai dalam jumlah dan kualitas
Kondisi <i>bolt</i> dan <i>nut</i>	Sesuai dalam jumlah dan kualitas, terpasang dengan benar
Kelengkapan <i>part</i>	Sesuai dengan jumlah dan kualitas
Kondisi <i>welding</i>	<i>Center (no miss weld)</i> , tidak <i>undercut</i> , tidak <i>blow hole</i> , <i>spatter</i> tidak berlebihan dan tidak terputus
Visual material	Tidak karat, cacat, <i>scratch</i> , dan retak
Kondisi <i>hook front</i> dan <i>rear</i>	<i>Hook</i> kencang (tidak bergerak saat digerakan)

(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

Keenam unsur inilah yang digunakan pada bagian *Quality Gate* untuk memeriksa hasil produksi *frame chassis* pada *line assy B*. Selanjutnya bagian *Quality Gate* membuat status untuk barang yang telah diperiksa dengan *judgment*:

OK (✓) : Produk memenuhi kriteria yang telah ditentukan

NG (X) : Produk tidak memenuhi kriteria yang ditentukan, namun masih bisa diperbaiki (*repair*).

5. Pernyataan Masalah dan Tujuan DMAIC

Pernyataan masalah dan tujuan peningkatan kualitas DMAIC yang dibuat pada produksi *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebagai berikut:

a. Pernyataan Masalah

Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan adalah meningkatnya produksi *frame chassis* yang dihasilkan pada *line assy B* yang tidak sesuai spesifikasi (*defect*). Oleh karena itu perlu adanya perbaikan

kualitas produk yang dihasilkan dengan menurunkan jumlah cacat pada produksi *frame chassis* pada *line assy* B.

b. Tujuan DMAIC

Tujuan yang hendak dicapai yaitu untuk mengetahui jumlah cacat dan jenis cacat yang dominan, sehingga dapat mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada produksi *frame chassis line assy* B sehingga dapat menurunkan jumlah cacat yang terjadi. Sehingga dapat menurunkan *Defect Per Million Oppurtinities* (DPMO) dan menaikkan *level sigma*.

4.2.2. Tahap Measure

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahap *measure* (pengukuran) merupakan tindaklanjut dari tahapan *define*. Pada tahap ini hal-hal yang harus dilakukan adalah menentukan karakteristik kunci (*Critical To Quality*), perhitungan dan pembuatan peta kendali P, serta menghitung DPMO dan *level sigma* yang telah dicapai oleh perusahaan.

1. Penentuan Karakteristik Kunci (*Critical To Quality*)

Dalam penentuan (*Critical To Quality*) CTQ, perlu diketahui karakteristik-karakteristik cacat yang akan timbul. Berdasarkan hasil pengamatan dan data yang diperoleh pada proses produksi *frame chassis line assy* B. Terdapat 5 jenis cacat yang menjadi karakteristik kualitas kunci, jenis cacat tersebut diantaranya adalah:

- a. *Rivet gap*: merupakan jenis cacat pada proses *riveting* yang menyebabkan hasil *rivet* tidak sempurna, dimana kondisi pada bagian atas kepala *rivet* terdapat celah atau *gap*.



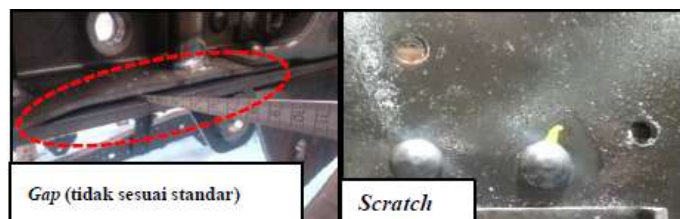
Gambar 4.11. *Rivet Gap* (renggang)
(Sumber: Gemala Kempa Daya)

- b. *Rivet tidak center*: merupakan jenis cacat pada proses *riveting* yang menyebabkan hasil *rivet* tidak sempurna, dimana kondisi bentukan hasil *rivet* hanya mengembang ke arah satu sisi. Jenis cacat ini dikenal juga dengan sebutan *rivet penyok*.



Gambar 4.12. *Rivet Tidak Center*
(Sumber: Gemala Kempa Daya)

- c. *Part NG (Not Good)*: merupakan jenis cacat pada *part*, seperti hasil pemasangan *part* yang tidak sesuai standar, salah pemasangan *part*, *part* belum terpasang, hingga cacat visual pada *part* seperti karat, *scratch*, dan retak.



Gambar 4.13. *Part NG*
(Sumber: Gemala Kempa Daya)

- d. *Rivet kecil/tipis*: merupakan jenis cacat pada proses *riveting* yang menyebabkan hasil *rivet* tidak sempurna, dikarenakan pada bagian atas kepala *rivet* mengecil atau menipis.



Gambar 4.14. *Rivet Tipis/Kecil*
(Sumber: Gemala Kempa Daya)

- e. *Welding NG (Not Good)*: merupakan jenis cacat pada proses pengelasan yang menyebabkan hasil pengelasan tidak sempurna, seperti tidak *center*, keropos, dan *spatter* berlebihan.



Gambar 4.15. *Welding NG*
(Sumber: Gemala Kempa Daya)

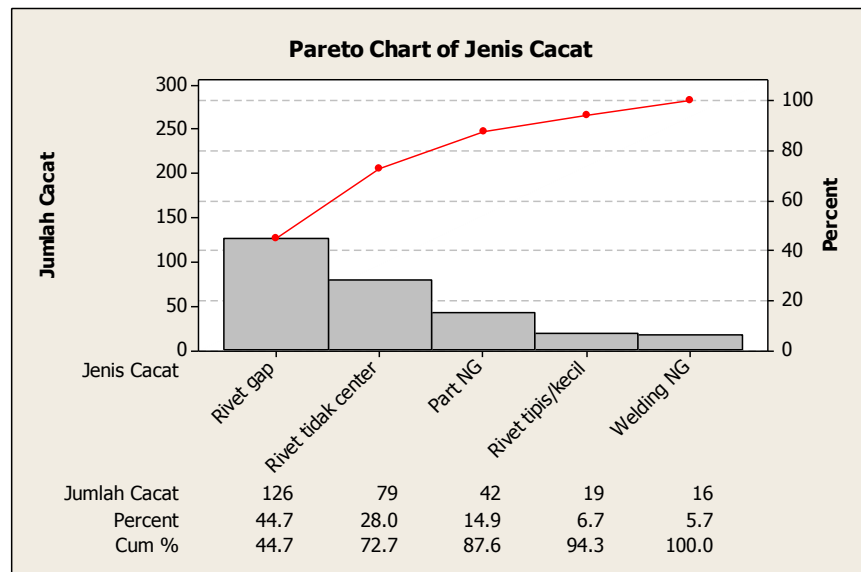
2. Pembuatan Diagram Pareto

Setelah diketahui permasalahan yang menjadi *Critical to Quality* (CTQ) dalam proses produksi *frame chassis* pada *line assy B*, maka selanjutnya akan dilakukan pembuatan diagram pareto. Diagram pareto bertujuan untuk mencari permasalahan yang paling dominan pada proses produksi *frame chassis line assy B* dan menjadi fokus utama dalam proses perbaikan.

Perhitungan jumlah persentase cacat produksi *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017 untuk jenis cacat *rivet gap* dilakukan dengan cara:

$$\begin{aligned}\text{Persentase Cacat} &= \frac{\text{jumlah cacat } \textit{rivet gap}}{\text{total cacat}} \times 100 \\ &= \frac{126}{282} \times 100 \\ &= 44,7 \%\end{aligned}$$

Untuk perhitungan persentase cacat produksi *frame chassis* pada *line assy B* untuk ke 4 (empat) jenis cacat lainnya menggunakan cara yang sama. Pembuatan diagram pareto dilakukan dengan menggunakan pengolahan data *minitab*. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka diagram pareto cacat pada proses produksi *frame chassis line assy B* dapat dilihat pada Gambar 4.16 berikut ini:



Gambar 4.16. *Pareto Chart* Jenis Cacat Produksi *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Januari-Februari 2017
(Sumber: Pengolahan data)

Dari diagram pareto di atas dapat dilihat jenis cacat yang memiliki persentase paling tinggi dan menjadi prioritas dari jenis cacat lainnya adalah cacat *rivet gap*, dengan presentase cacat sebesar 44,7%. Sehingga, jenis cacat *rivet gap* menjadi fokus perbaikan sehingga perlu diidentifikasi akar penyebab dari jenis cacat tersebut.

3. Pengujian Statistik

a. Uji Kecukupan Data

Sebelum melakukan proses perhitungan proporsi cacat dan peta kendali, terlebih dahulu harus dilakukan uji kecukupan data. Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah dapat mewakili populasinya, bila belum maka perlu dilakukan pengamatan tambahan hingga cukup mewakili populasinya. Rumus perhitungan uji kecukupan data untuk tingkat kepercayaan 90% dan tingkat ketelitian 10%:

$$N' = \frac{20 \sqrt{\frac{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{N(N-1)}}}{\bar{X}}$$

Dimana:

N' = Banyaknya pengukuran sesungguhnya yang diperlukan

N = Banyaknya pengukuran pendahulu yang telah dilakukan

X_i = Jumlah cacat ke-1 yang diamati selama pengukuran dilakukan

$\bar{X}$ = Rata-rata jumlah cacat

Berikut merupakan tabel perhitungan uji kecukupan data pada produksi *frame chassis line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017. Tabel tersebut berisikan jumlah cacat harian selama 43 hari pengamatan dengan jumlah cacat harian yang berbeda-beda, dan kemudian jumlah cacat harian tersebut dikuadratkan.

Tabel 4.7. Perhitungan Uji Kecukupan Data Produksi *Frame Chassis Line Assy B* Pada Bulan Januari-Februari 2017

No	Tanggal Produksi	Total Cacat (unit) (X)	X ²
1	03 Januari 2017	0	0
2	04 Januari 2017	0	0
3	05 Januari 2017	6	36
4	06 Januari 2017	3	9
5	09 Januari 2017	5	25
6	10 Januari 2017	7	49
7	11 Januari 2017	2	4
8	12 Januari 2017	5	25
9	13 Januari 2017	9	81
10	16 Januari 2017	8	49
11	17 Januari 2017	7	49
12	18 Januari 2017	2	4
13	19 Januari 2017	18	324
14	20 Januari 2017	2	4
15	23 Januari 2017	16	256
16	24 Januari 2017	8	64
17	25 Januari 2017	4	16
18	26 Januari 2017	3	9
19	27 Januari 2017	5	25
20	30 Januari 2017	8	64
21	31 Januari 2017	6	36

Lanjut...

Tabel 4.7. Perhitungan Uji Kecukupan Data Produksi *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Januari-Februari 2017 (Lanjutan)

No	Tanggal Produksi	Total Cacat (unit) (X)	X ²
22	01 Februari 2017	9	81
23	02 Februari 2017	9	81
24	03 Februari 2017	7	49
25	06 Februari 2017	12	144
26	07 Februari 2017	9	81
27	08 Februari 2017	7	49
28	09 Februari 2017	11	121
29	10 Februari 2017	8	64
30	12 Februari 2017	7	49
31	13 Februari 2017	9	81
32	14 Februari 2017	4	16
33	16 Februari 2017	10	100
34	17 Februari 2017	7	49
35	19 Februari 2017	5	25
36	20 Februari 2017	6	36
37	21 Februari 2017	3	9
38	22 Februari 2017	10	100
39	23 Februari 2017	7	49
40	24 Februari 2017	6	36
41	26 Februari 2017	4	16
42	27 Februari 2017	8	64
43	28 Februari 2017	0	0
Total		282	2444
Rata-rata		6,5581	

(Sumber: Pengolahan data)

Perhitungan uji kecukupan data dilakukan menggunakan tingkat kepercayaan 90% dan tingkat ketelitian 10%:

$$N' = \frac{20 \sqrt{\frac{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{N(N-1)}}}{\bar{X}}$$

$$N' = \frac{20 \sqrt{\frac{43 \times 2444 - (282)^2}{43(43-1)}}}{6,5581}$$

$$N' = 11,4748$$

Dari hasil perhitungan di atas, didapat nilai $N' = 11,4748$ dan nilai $N = 43$, artinya jika nilai $N' < N$, maka data dalam penelitian ini dinyatakan sudah cukup.

4. Pembuatan Peta Kendali

Perhitungan peta kendali p berdasarkan jumlah produksi dan jumlah cacat *frame chassis* pada *line assy* B selama bulan Januari-Februari 2017. Berikut perhitungan proporsi cacat harian, rata-rata p , batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) untuk sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017:

a. Perhitungan proporsi cacat harian

Untuk perhitungan proporsi cacat harian sampel ke-1 produksi *frame chassis* pada *line assy* B yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{\text{Jumlah cacat dalam subgrup}}{\text{Ukuran subgrup (jumlah yang diperiksa)}}$$

$$p = \frac{0}{45} = 0$$

Berdasarkan perhitungan, proporsi cacat harian sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 sebesar 0. Untuk perhitungan proporsi cacat harian pada tanggal lainnya menggunakan cara yang sama. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

b. Hitung rata-rata dari p

Diketahui bahwa jumlah produksi *frame chassis* pada *line assy* B selama bulan Januari-Februari 2017 yang diperiksa yaitu sebesar 2318 unit, dan jumlah cacat sebesar 282 unit.

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total yang diperiksa}}$$

$$\bar{p} = \frac{282}{2318} = 0,1217$$

- c. Hitung batas kendali untuk peta kendali p

Perhitungan batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) dilakukan dengan cara:

- 1) Batas kendali atas (*upper control limit*)

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

- 2) Garis tengah (*center line*)

$$CL = \bar{p}$$

- 3) Batas kendali bawah (*lower control limit*)

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

Perhitungan batas kendali untuk produksi *frame chassis line assy B* sampel ke-1 yaitu pada tanggal 3 Januari 2017 adalah sebagai berikut:

$$UCL = 0,1217 + 3\sqrt{\frac{0,1217(1-0,1217)}{45}}$$

$$UCL = 0,2678$$

Berdasarkan perhitungan, batas kendali atas (*upper control limit*) sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 sebesar 0,2678.

$$CL = \bar{p} = \frac{282}{2318} = 0,1217$$

Berdasarkan perhitungan, batas garis tengah (*center line*) sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 sebesar 0,1217.

$$LCL = 0,1217 - 3\sqrt{\frac{0,1217(1-0,1217)}{45}}$$

$$LCL = -0,0245$$

Berdasarkan perhitungan, batas kendali bawah (*lower control limit*) sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 sebesar -0,0245.

Untuk perhitungan batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) produksi *frame chassis line assy B* pada tanggal lainnya menggunakan cara yang sama. Berikut merupakan hasil perhitungan proporsi cacat harian, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) produksi *frame chassis line assy B* pada bulan Januari-Februari 2017 dengan jumlah pengamatan selama 43 hari dan jumlah sampel yang berbeda-beda untuk setiap pengamatan, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.8. Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Januari-Februari 2017

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	03 Januari 2017	45	0	0	0,1217	0,2678	-0,0245
2	04 Januari 2017	40	0	0	0,1217	0,2767	-0,0334
3	05 Januari 2017	47	6	0,1277	0,1217	0,2647	-0,0214
4	06 Januari 2017	45	3	0,0667	0,1217	0,2678	-0,0245
5	09 Januari 2017	46	5	0,1087	0,1217	0,2662	-0,0229
6	10 Januari 2017	35	7	0,2000	0,1217	0,2874	-0,0441
7	11 Januari 2017	46	2	0,0435	0,1217	0,2662	-0,0229
8	12 Januari 2017	45	5	0,1111	0,1217	0,2678	-0,0245
9	13 Januari 2017	65	9	0,1385	0,1217	0,2433	0
10	16 Januari 2017	89	8	0,0899	0,1217	0,2256	0,0177
11	17 Januari 2017	83	7	0,0843	0,1217	0,2293	0,0140
12	18 Januari 2017	43	2	0,0465	0,1217	0,2712	-0,0279
13	19 Januari 2017	69	18	0,2609	0,1217	0,2397	0,0036
14	20 Januari 2017	26	2	0,0769	0,1217	0,314	-0,0707
15	23 Januari 2017	89	16	0,1798	0,1217	0,2256	0,0177
16	24 Januari 2017	49	8	0,1633	0,1217	0,2618	-0,0184
17	25 Januari 2017	40	4	0,1000	0,1217	0,2767	-0,0334
18	26 Januari 2017	46	3	0,0652	0,1217	0,2662	-0,0229
19	27 Januari 2017	46	5	0,1087	0,1217	0,2662	-0,0229
20	30 Januari 2017	37	8	0,2162	0,1217	0,2829	-0,0395
21	31 Januari 2017	46	6	0,1304	0,1217	0,2662	-0,0229
22	01 Februari 2017	56	9	0,1607	0,1217	0,2527	-0,0094

Lanjut...

Tabel 4.8. Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali *Frame Chassis Line* Assy B pada Bulan Januari-Februari 2017 (Lanjutan)

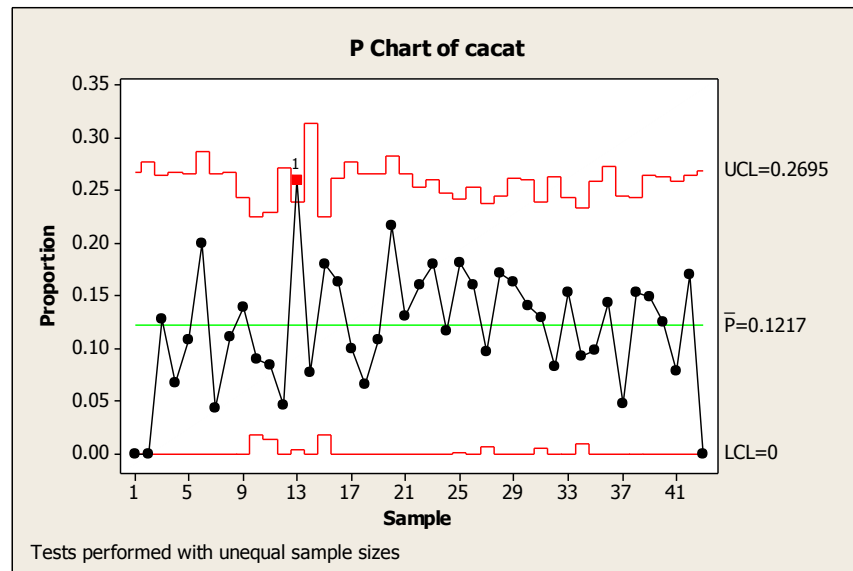
No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
23	02 Februari 2017	50	9	0,1800	0,1217	0,2603	-0,0170
24	03 Februari 2017	60	7	0,1167	0,1217	0,2483	-0,0049
25	06 Februari 2017	66	12	0,1818	0,1217	0,2424	0,0009
26	07 Februari 2017	56	9	0,1607	0,1217	0,2527	-0,0094
27	08 Februari 2017	72	7	0,0972	0,1217	0,2372	0,0061
28	09 Februari 2017	64	11	0,1719	0,1217	0,2442	-0,0009
29	10 Februari 2017	49	8	0,1633	0,1217	0,2618	-0,0184
30	12 Februari 2017	50	7	0,1400	0,1217	0,2603	-0,0170
31	13 Februari 2017	70	9	0,1286	0,1217	0,2389	0,0044
32	14 Februari 2017	48	4	0,0833	0,1217	0,2632	-0,0198
33	16 Februari 2017	65	10	0,1538	0,1217	0,2433	0
34	17 Februari 2017	76	7	0,0921	0,1217	0,2341	0,0092
35	19 Februari 2017	51	5	0,0980	0,1217	0,2590	-0,0156
36	20 Februari 2017	42	6	0,1429	0,1217	0,2730	-0,0296
37	21 Februari 2017	64	3	0,0469	0,1217	0,2442	-0,0009
38	22 Februari 2017	65	10	0,1538	0,1217	0,2433	0
39	23 Februari 2017	47	7	0,1489	0,1217	0,2647	-0,0214
40	24 Februari 2017	48	6	0,1250	0,1217	0,2632	-0,0199
41	26 Februari 2017	51	4	0,0784	0,1217	0,2590	-0,0156
42	27 Februari 2017	47	8	0,1702	0,1217	0,2647	-0,0214
43	28 Februari 2017	44	0	0	0,1217	0,2695	-0,0262
Total		2318	282				

(Sumber: Pengolahan data)

Dari tabel diatas, dilakukan pengamatan selama 43 hari dengan jumlah sampel dan jumlah cacat yang berbeda-beda pada setiap hari pengamatan. Sehingga hasil perhitungan proporsi cacat harian, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) berbeda-beda pada setiap hari pengamatan.

Setelah menghitung proporsi cacat harian, rata-rata p, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*), selanjutnya adalah pembuatan peta kendali p dengan menggunakan *software* minitab. Pembuatan peta kendali dilakukan untuk

mengetahui apakah data berada didalam batas kendali atau tidak. Grafik peta kendali p dapat dilihat pada Gambar 4.17 berikut:



Gambar 4.17. Peta Kendali P Produksi *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Januari-Februari 2017
(Sumber: Pengolahan data)

Berdasarkan peta kendali p pada Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa terdapat data yang melewati batas kendali. Data tersebut adalah data pengamatan pada sampel ke-13 yaitu pengamatan yang dilakukan pada tanggal 19 Januari 2017. Oleh karena itu, data tersebut harus direvisi dengan menghilangkan sampel ke-13 yang melewati batas kendali. Sehingga perlu dilakukan kembali perhitungan proporsi cacat, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) setelah menghilangkan data pada sampel ke-13 tersebut.

Berikut perhitungan proporsi cacat harian, rata-rata p, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) untuk sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 setelah dilakukan revisi dengan menghilangkan data pada sampel ke-13 yaitu pengamatan pada tanggal 19 Januari 2017:

a. Perhitungan proporsi cacat harian

Untuk perhitungan proporsi cacat harian sampel ke-1 produksi *frame chassis line assy B* pada tanggal 3 Januari 2017 adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{\text{Jumlah cacat dalam subgrup}}{\text{Ukuran subgrup (jumlah yang diperiksa)}}$$

$$P = \frac{0}{45} = 0$$

Berdasarkan perhitungan setelah dilakukan revisi, proporsi cacat harian sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 sebesar 0. Untuk perhitungan proporsi cacat harian pada tanggal lainnya menggunakan cara yang sama. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

b. Hitung rata-rata dari p

Setelah menghilangkan data pengamatan pada sampel ke-13 yaitu pengamatan yang dilakukan pada tanggal 19 Januari 2017, jumlah produksi *frame chassis* pada *line assy B* yang diperiksa yaitu sebesar 2249 unit, dan jumlah cacat sebesar 264 unit. Sehingga perhitungan rata-rata p adalah:

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total yang diperiksa}}$$

$$\bar{p} = \frac{264}{2249} = 0,1174$$

Berdasarkan perhitungan setelah dilakukan revisi, rata-rata p sebesar 0,1174.

c. Hitung batas kendali untuk peta kendali p

Untuk perhitungan batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) produksi *frame chassis* pada *line assy B* sampel ke-1 yaitu pada tanggal 3 Januari 2017 adalah sebagai berikut:

- 1) Batas kendali atas (*upper control limit*)

$$UCL = 0,1147 + 3\sqrt{\frac{0,1174(1-0,1174)}{45}}$$

$$UCL = 0,2613$$

- 2) Garis tengah (*center line*)

$$CL = \bar{p} = \frac{264}{2249} = 0,1174$$

- 3) Batas kendali bawah (*lower control limit*)

$$LCL = 0,1174 - 3\sqrt{\frac{0,1174(1-0,1174)}{45}}$$

$$LCL = -0,0265$$

Untuk perhitungan batas kendali *frame chassis line assy B* pada tanggal lainnya menggunakan cara yang sama. Berikut merupakan hasil perhitungan proporsi cacat harian, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) produksi *frame chassisline assy B* pada bulan Januari-Februari 2017 setelah dilakukan revisi dengan menghilangkan sampel ke-13 yaitu pengamatan pada tanggal 19 Januari 2017, dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.9. Perhitungan Batas Kendali *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Januari-Februari 2017 Setelah Revisi

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	03 Januari 2017	45	0	0	0,1174	0,2613	-0,0265
2	04 Januari 2017	40	0	0	0,1174	0,2701	-0,0353
3	05 Januari 2017	47	6	0,1277	0,1174	0,2582	-0,0235
4	06 Januari 2017	45	3	0,0667	0,1174	0,2613	-0,0265
5	09 Januari 2017	46	5	0,1087	0,1174	0,2598	-0,0250
6	10 Januari 2017	35	7	0,2000	0,1174	0,2806	-0,0458
7	11 Januari 2017	46	2	0,0435	0,1174	0,2598	-0,0250
8	12 Januari 2017	45	5	0,1111	0,1174	0,2613	-0,0265
9	13 Januari 2017	65	9	0,1385	0,1174	0,2372	-0,0024
10	16 Januari 2017	89	8	0,0899	0,1174	0,2197	0,0150

Lanjut...

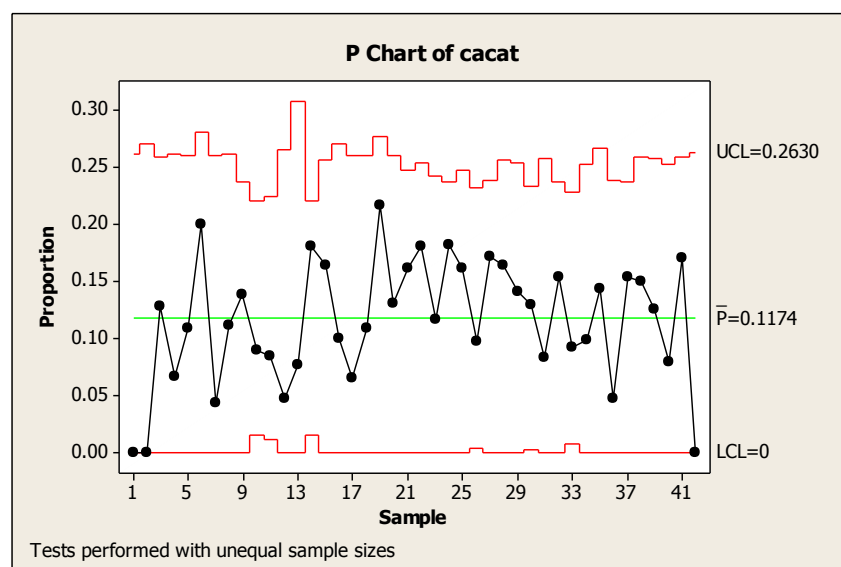
Tabel 4.9. Perhitungan Batas Kendali *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Januari-Februari 2017 Setelah Revisi (Lanjutan)

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
11	17 Januari 2017	83	7	0,0843	0,1174	0,2234	0,0114
12	18 Januari 2017	43	2	0,0465	0,1174	0,2646	-0,0299
14	20 Januari 2017	26	2	0,0769	0,1174	0,3068	-0,0720
15	23 Januari 2017	89	16	0,1798	0,1174	0,2197	0,0150
16	24 Januari 2017	49	8	0,1633	0,1174	0,2553	-0,0205
17	25 Januari 2017	40	4	0,1000	0,1174	0,2701	-0,0353
18	26 Januari 2017	46	3	0,0652	0,1174	0,2598	-0,0250
19	27 Januari 2017	46	5	0,1087	0,1174	0,2598	-0,0250
20	30 Januari 2017	37	8	0,2162	0,1174	0,2761	-0,0413
21	31 Januari 2017	46	6	0,1304	0,1174	0,2598	-0,0250
22	01 Februari 2017	56	9	0,1607	0,1174	0,2464	-0,0116
23	02 Februari 2017	50	9	0,1800	0,1174	0,2539	-0,0192
24	03 Februari 2017	60	7	0,1167	0,1174	0,2420	-0,0073
25	06 Februari 2017	66	12	0,1818	0,1174	0,2362	-0,0015
26	07 Februari 2017	56	9	0,1607	0,1174	0,2464	-0,0116
27	08 Februari 2017	72	7	0,0972	0,1174	0,2312	0,0036
28	09 Februari 2017	64	11	0,1719	0,1174	0,2381	-0,0033
29	10 Februari 2017	49	8	0,1633	0,1174	0,2552	-0,0205
30	12 Februari 2017	50	7	0,1400	0,1174	0,2539	-0,0192
31	13 Februari 2017	70	9	0,1286	0,1174	0,2328	0,0002
32	14 Februari 2017	48	4	0,0833	0,1174	0,2568	-0,0220
33	16 Februari 2017	65	10	0,1538	0,1174	0,2372	-0,0024
34	17 Februari 2017	76	7	0,0921	0,1174	0,2282	0,0066
35	19 Februari 2017	51	5	0,0980	0,1174	0,2526	-0,0178
36	20 Februari 2017	42	6	0,1429	0,1174	0,2664	-0,0316
37	21 Februari 2017	64	3	0,0469	0,1174	0,2381	-0,0033
38	22 Februari 2017	65	10	0,1538	0,1174	0,2372	-0,0024
39	23 Februari 2017	47	7	0,1489	0,1174	0,2582	-0,0235
40	24 Februari 2017	48	6	0,1250	0,1174	0,2568	-0,0220
41	26 Februari 2017	51	4	0,0784	0,1174	0,2526	-0,0178
42	27 Februari 2017	47	8	0,1702	0,1174	0,2582	-0,0235
43	28 Februari 2017	44	0	0	0,1174	0,2630	-0,0282
Total		2249	264				

(Sumber: Pengolahan data)

Dari tabel diatas, setelah dilakukan revisi dengan menghilangkan sampel ke-13 yaitu pengamatan pada tanggal 19 Januari 2017, maka jumlah pengamatan menjadi 42 hari dengan jumlah sampel menjadi 2249 unit dan jumlah cacat menjadi 264 unit. Sehingga setelah dilakukan revisi dengan menghilangkan sampel ke-13 yaitu pengamatan pada tanggal 19 Januari 2017, maka hasil perhitungan proporsi cacat harian, rata-rata $\bar{p}$, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) menjadi berubah.

Setelah menghitung proporsi cacat harian, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*), langkah selanjutnya adalah membuat grafik peta kendali p setelah adanya revisi berdasarkan data yang telah dihitung. Grafik peta kendali p dengan menggunakan *software* minitab dapat dilihat pada Gambar 4.18 berikut:



Gambar 4.18. Peta Kendali P *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Januari-Februari 2017 Setelah Revisi
(Sumber: Pengolahan data)

Berdasarkan perhitungan dan pembuatan peta kendali p yang dilakukan setelah adanya revisi, dapat terlihat bahwa semua data berada didalam batas kontrol. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa proses sudah berada didalam batas kendali.

5. Perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

Perhitungan DPMO dan *level sigma* produksi *frame chassis* pada *line assy B* adalah:

a. Unit (U)

Jumlah produksi yang dihasilkan pada *line assy B* produksi *frame chassis* pada selama bulan Januari-Februari 2017 yaitu sebesar 2318 unit.

b. *Opportunities* (OP)

Berdasarkan karakteristik kualitas *frame chassis* pada *line assy B*, terdapat 5 jenis karakteristik cacat atau CTQ potensial yaitu diantaranya *rivet gap*, *rivet* tidak *center*, *part NG (Not Good)*, *rivet* kecil/tipis, dan *welding NG (Not Good)*.

c. *Defect* (D)

Jumlah unit cacat yang terjadi pada produksi *frame chassis line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017 yaitu sebesar 282 unit.

d. *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{Defect}{Unit} = \frac{282}{2318} = 0,1217$$

Nilai *Defect Per Unit* (DPU) untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 0,1217.

e. *Total Opportunities*

$$TOP = U \times OP = 2318 \times 5 = 11.590$$

Nilai *Total Opportunities* untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 11.590

f. *Defect Per Opportunities* (DPO)

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{282}{11.590} = 0,024331$$

Nilai *Defect Per Opportunities* (DPO) untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 0,024331

g. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.0000 = 0,024331 \times 1.000.0000 = 24.331$$

Nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 24.331

6. Perhitungan *Level Sigma*

Setelah diketahui nilai DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung *level sigma* perusahaan pada saat ini. *Level sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan kedalam tabel *level sigma*. Dari perhitungan dapat diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini sebesar 24.331, pada tabel *sigma*, nilai 24.331 DPMO berada pada *level sigma* 3,47 maka untuk lebih jelas mengetahui *level sigma* perusahaan, dilakukan dengan menggunakan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 3,47 = 24.419 dan 3,48 = 23.852, maka perhitungan *level sigma* dengan menggunakan interpolasi adalah sebagai berikut:

$$\frac{24.331-23.852}{24.419-24.331} = \frac{X-3,48}{3,47-X}$$

$$\frac{479}{88} = \frac{X-3,48}{3,47-X}$$

$$1.662,13 - 479x = 88x - 306,24$$

$$-479x - 88x = -1.662,13 - 306,24$$

$$-567x = -1.968,37$$

$$x = \frac{-1.968,37}{-567} = 3,4715$$

Sehingga, *level sigma* berdasarkan hasil interpolasi tabel konversi *Six Sigma* pada *line assy B* produksi *frame chassis line assy B* berada pada *level* 3,4715.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis

Pada bab ini akan dilakukan analisa dan pembahasan yang lebih mendalam terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya.

5.1.1. Tahap *Analyze*

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini kita perlu mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab jenis cacat *rivet gap* pada produksi *frame chassis line assy B* selama bulan Januari-Februari 2017. Analisis dilakukan dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*).

1. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas, dan digunakan untuk mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Pada tahap *measure*, berdasarkan diagram pareto telah diketahui jenis cacat yang paling dominan, yaitu cacat *rivet gap*. Untuk itu perlu dilakukan analisis jenis cacat *rivet gap* untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya jenis cacat tersebut.

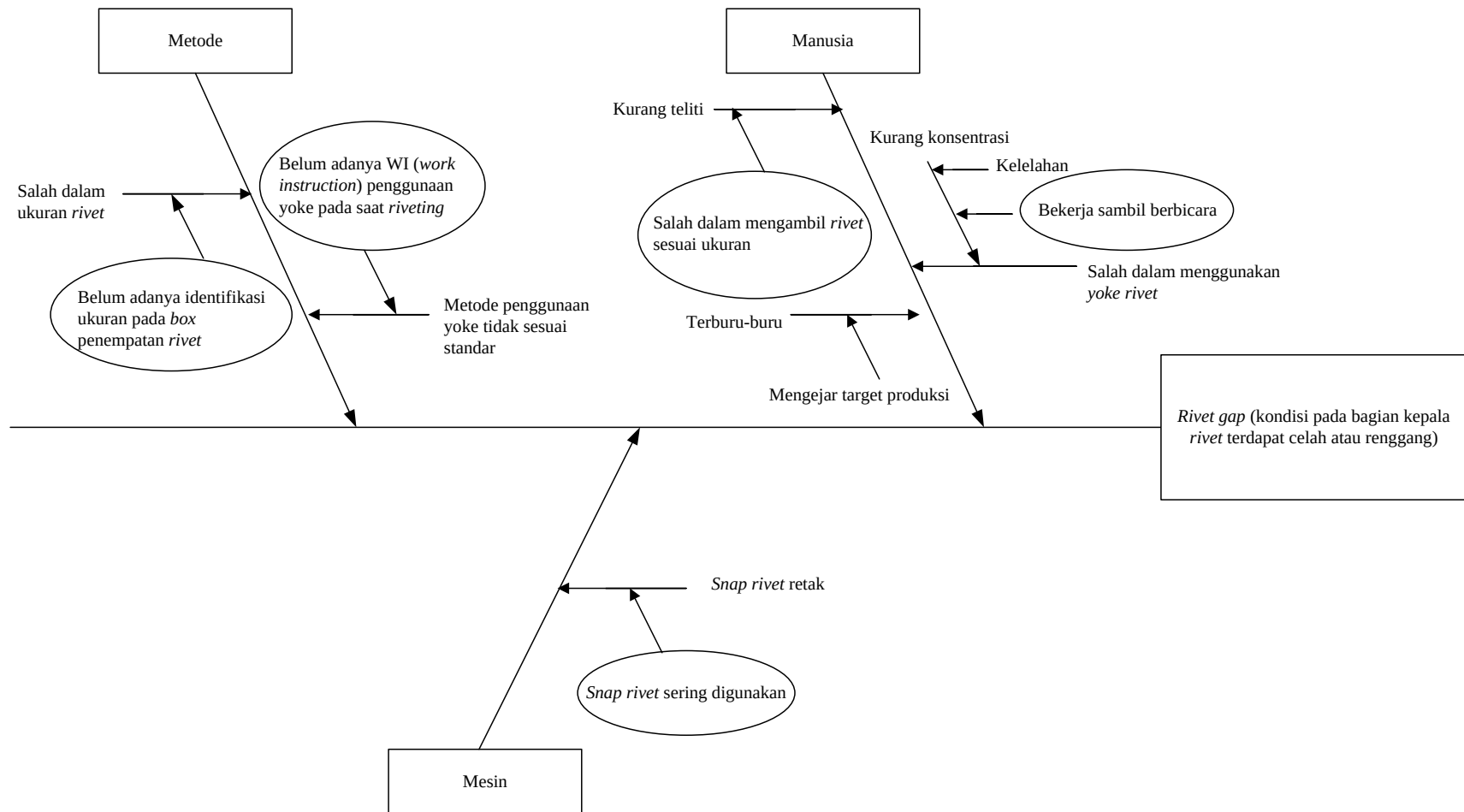
a. Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Diagram*) *Rivet Gap*

Rivet gap merupakan jenis cacat pada proses *riveting* yang menyebabkan hasil *rivet* tidak sempurna, dimana kondisi pada bagian atas kepala *rivet* terdapat celah atau renggang.

Pada diagram sebab akibat (*fishbone diagram*), akibat atau permasalahan yang terjadi yaitu cacat *rivet gap* diletakkan pada kotak diujung kanan atau pada kepala ikan. Faktor-faktor penyebab utama (*main cause*) yang merupakan sumber terjadinya cacat *rivet gap* yaitu manusia, metode, dan mesin ditempatkan pada cabang utama membentuk tulang-tulang besar

dari ikan. Selanjutnya adalah menetapkan penyebab dalam kategori utama. Pada faktor manusia, penyebab *rivet gap* disebabkan karena operator salah dalam menggunakan *yoke rivet*, salah dalam mengambil *rivet* sesuai ukuran, dan terburu-buru. Pada faktor mesin, penyebab *rivet gap* disebabkan karena *snap rivet* retak. Sedangkan pada faktor metode, penyebab *rivet gap* disebabkan karena metode penggunaan *yoke* tidak standar, dan salah dalam ukuran *rivet*. Kemudian didapatkan akar penyebab permasalahan pada cabang-cabang yang sesuai dengan kategori utama yang diletakkan membentuk tulang-tulang kecil dari ikan. Pada faktor manusia, akar penyebab permasalahan *rivet gap* adalah bekerja sambil berbicara dan salah dalam mengambil *rivet* sesuai ukuran. Pada faktor mesin, akar penyebab permasalahan *rivet gap* adalah *snap rivet* sering digunakan. Pada faktor metode, akar penyebab permasalahan *rivet gap* adalah belum adanya *Work Instruction* (WI) penggunaan *yoke rivet* pada saat *riveting* dan belum adanya identifikasi ukuran *rivet* pada *box* penempatan *rivet*. Sehingga akar penyebab tersebut perlu ditandai dan di analisis dengan menggunakan analisis 5W-1H.

Berikut merupakan diagram sebab-akibat *rivet gap* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Diagram *Fishbone* Jenis Cacat Rivet Gap
(Sumber: Hasil *brainstorming*)

Berikut merupakan penjelasan dari faktor-faktor yang menyebabkan cacat pada *frame chassis line assy B* untuk jenis cacat *rivet gap*:

1) Manusia

Faktor manusia merupakan salah satu faktor yang tidak dapat dihindarkan. Manusia memiliki pengaruh besar dalam produksi *frame chassis* pada *line assy B*. Penyebab pertama yang diakibatkan oleh faktor manusia yaitu karena operator salah dalam menggunakan *yoke rivet*, hal ini disebabkan karena operator kurang konsentrasi. Kurangnya konsentrasi disebabkan karena operator kelelahan dalam bekerja dan dikarenakan operator bekerja sambil berbicara atau mengobrol dengan operator lain untuk mengurangi kebosanan pada saat bekerja. Penyebab yang kedua yaitu karena operator kurang teliti, hal ini disebabkan karena operator salah dalam mengambil *rivet* sesuai ukuran. Penyebab yang terakhir yaitu karena operator terburu-buru pada saat bekerja, hal ini disebabkan karena operator dituntut bekerja terampil dan cekatan agar dapat mengejar target produksi.

2) Mesin

Kegagalan proses *riveting* dapat juga disebabkan karena *tool/mesin rivet* itu sendiri. Pada faktor mesin/*tools* disebabkan karena *snap rivet* retak. Hal ini terjadi karena *snap rivet* tersebut sering digunakan.

3) Metode

Kesalahan proses *rivet* yang mengakibatkan NG (*Not Good*) bisa juga disebabkan karena metode penggunaan *yoke rivet* yang tidak sesuai standar, ini disebabkan karena belum adanya *Work Instruction (WI)* penggunaan *yoke rivet* yang tepat saat proses *riveting*. Penyebab yang terakhir yaitu karena salah dalam ukuran *rivet*, hal ini disebabkan karena belum adanya identifikasi ukuran *rivet* pada *box* penempatan *rivet*.

5.1.2. Tahap *Improve*

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas terdeteksi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas. Tahap *improve* dilakukan dengan metode 5W-1H yang merupakan pengembangan rencana perbaikan dan peningkatan kualitas.

Berdasarkan hasil analisa dengan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) pada tahap sebelumnya, maka tabel perbaikan 5W-1H untuk jenis cacat *rivet gap* ditunjukkan pada Tabel 5.1 dibawah ini:

Tabel 5.1. Analisis 5W+1H Untuk Usulan Perbaikan Cacat *Rivet Gap*

Faktor	Penyebab	What	Why	Where	When	Who	How
Manusia	Bekerja sambil berbicara	Operator tidak bekerja sambil berbicara	Agar operator lebih teliti dan lebih berkonsentrasi dalam bekerja sehingga dapat mengurangi kesalahan	<i>Line assy B produksi frame chassis</i>	Ketika proses produksi	Operator produksi <i>frame chassis line assy B, foreman</i>	Melakukan pengawasan dan memberikan pengarahan kepada operator agar bekerja mengikuti <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i>
	Salah dalam mengambil <i>rivet</i> sesuai ukuran	Operator tidak salah dalam mengambil <i>rivet</i> sesuai ukuran	Agar operator lebih teliti sehingga mengurangi kesalahan dalam pengambilan <i>rivet</i> sesuai ukuran yang dibutuhkan	<i>Line assy B produksi frame chassis</i>	Ketika proses produksi	Operator produksi <i>frame chassis line assy B, foreman</i>	Memberikan pengarahan agar operator bekerja lebih teliti dan mematuhi <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i> yang berlaku

Lanjut...

Tabel 5.1. Analisis 5W+1H Untuk Usulan Perbaikan Cacat *Rivet Gap* (Lanjutan)

Faktor	Penyebab	What	Why	Where	When	Who	How
Mesin/tools	<i>Snap rivet</i> sering digunakan	<i>Snap rivet</i> yang digunakan tidak tumpul, tidak <i>dent</i> , tidak <i>crack</i> .	Agar masalah dapat diketahui sebelum terjadinya problem atau <i>defect</i>	<i>Line assy B</i> produksi <i>frame chassis</i>	Sebelum proses produksi	Operator produksi <i>frame chassis line assy B</i> , <i>Leader</i> , <i>Quality Control</i> , dan <i>Maintenance</i>	Melakukan pengecekan <i>snap rivet</i> dan melakukan pengisian Lembar <i>Check Harian</i> (LCH), serta melakukan pergantian <i>snap rivet</i> secara berkala
Metode	Belum adanya WI (<i>work instruction</i>) penggunaan <i>yoke</i> pada saat <i>riveting</i>	Mengurangi kesalahan dalam penggunaan <i>yoke rivet</i>	Mengetahui prosedur pengoperasian <i>yoke rivet</i> yang benar	<i>Line assy B</i> produksi <i>frame chassis</i>	Ketika proses produksi	Operator produksi <i>frame chassis line assy B</i> , <i>Quality Control</i>	Membuat <i>Work Instruction</i> (WI) pengoperasian <i>yoke rivet</i> yang tepat
	Belum adanya identifikasi ukuran <i>rivet</i> pada <i>box</i> penempatan <i>rivet</i>	Mengurangi operator salah mengambil <i>rivet</i> sesuai ukuran	Untuk membedakan ukuran <i>rivet</i> yang tersedia sehingga memudahkan dalam mengambil <i>rivet</i> sesuai ukuran yang dibutuhkan	<i>Line assy B</i> produksi <i>frame chassis</i> , <i>Quality Control</i>	Ketika proses produksi	Operator produksi <i>frame chassis line assy B</i> , <i>Quality Control</i>	Pembuatan identifikasi ukuran pada <i>box</i> penempatan <i>rivet</i>

(Sumber: Hasil *Brainstorming*)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan analisis 5W-1H, perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi terjadinya jenis cacat *rivet gap* adalah dengan:

a. Pembuatan *Quality Point Yoke Rivet dan Snap Rivet*

Salah satu faktor penyebab timbulnya cacat jenis *rivet gap* yang disebabkan oleh mesin/*tools* adalah karena *snap rivet* retak. Agar semua *tools* bekerja dengan baik, maka perlu adanya pengecekan *tools* yang akan digunakan pada proses *riveting*. Dalam hal ini perbaikan yang akan dilakukan yaitu pembuatan *Quality Point snap rivet*. Pembuatan *Quality Point* dilakukan sebagai panduan operator terhadap poin-poin kualitas, sehingga operator mengetahui standar yang telah ditetapkan. Berikut merupakan *Quality Point yoke rivet dan snap rivet*:



Gambar 5.2. *Quality Point Yoke dan Snap Rivet*
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

b. Melakukan Pengecekan *Yoke dan Snap Rivet* dan Melakukan Pengisian pada Lembar *Check Harian (LCH)*

Agar semua *tools* bekerja dengan baik, maka perlu adanya pengecekan *tools* yang akan digunakan pada proses *riveting*. Terutama pengecekan pada *yoke* dan *snap rivet*. Untuk itu, perbaikan yang dilakukan yaitu melakukan

pengecekan pada *yoke* dan *snap rivet* dan melakukan pengisian pada Lembar *Check Harian* (LCH). Pengisian LCH dilakukan oleh operator sebelum proses produksi dimulai untuk memastikan *yoke* dan *snap rivet* dalam keadaan baik. Operator memberikan keterangan $\checkmark$ = OK dan X = TIDAK OK pada setiap *item check*. Apabila terdapat *item check* yang tidak oke, maka akan dilakukan pengecekan dan segera diperbaiki oleh bagian *maintenance*. Berikut merupakan pengecekan *yoke* dan *snap rivet* pada Lembar *Check Harian* (LCH):

NO	ITEM CHECK	PERSOALAN	STATUS
1	Yoke	Tidak retak & tidak miring	Check
2	Snaper	Tidak retak	Check

Gambar 5.3. Lembar *Check Harian* (LCH)
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

c. Pembuatan Identifikasi Ukuran pada *Box Penempatan Rivet*

Faktor penyebab timbulnya cacat jenis *rivet gap* disebabkan karena operator kurang teliti sehingga salah dalam pengambilan *rivet* dengan ukuran yang sesuai, hal ini disebabkan karena belum adanya identifikasi ukuran pada penempatan berbagai ukuran *rivet*.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu adanya identifikasi ukuran pada *box* penempatan *rivet* untuk membedakan ukuran *rivet* yang tersedia sehingga memudahkan operator dalam mengambil *rivet* sesuai ukuran yang dibutuhkan, dan meminimalisir kesalahan operator dalam mengambil

rivet. Pemberian identifikasi ukuran pada *box rivet* juga dimaksudkan agar operator tidak menghabiskan waktu dalam mengambil *rivet* sesuai ukuran yang dibutuhkan. Berikut merupakan pembuatan identifikasi ukuran pada *box* penempatan *rivet*:



Gambar 5.4. Penempatan *Box Rivet* (Sebelum Perbaikan)
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)



Gambar 5.5. Penempatan *Box Rivet* (Setelah Perbaikan)
(Sumber: PT Gemala Kempa Daya)

5.1.3. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil rencana perbaikan yang dilakukan pada tahap *improve* dan diimplementasikan pada proses operasi pembuatan *frame chassis* pada *line assy B*. Pada tahap ini juga akan dilihat peningkatan yang terjadi setelah perbaikan diimplementasikan yang dilakukan dengan perhitungan peta kendali *p* setelah perbaikan, perhitungan *Defect Per Million Opportunity (DPMO)* dan *level sigma* setelah perbaikan.

Perhitungan menggunakan data tiga bulan setelah dilakukan implementasi perbaikan. Implementasi perbaikan dilakukan pada bulan Maret-Mei 2017, maka data yang digunakan pada tahap *control* yaitu bulan Juni-Juli 2017.

1. Pembuatan Peta Kendali P Setelah Perbaikan

Sebagai perbandingan setelah dilakukan perbaikan, maka akan dilakukan perhitungan dan pembuatan peta kendali setelah perbaikan. Pengambilan data setelah perbaikan dilakukan pada bulan Juni-Juli 2017 yaitu pada tanggal 02 Juni 2017 sampai 31 Juli 2017, dengan jumlah pengamatan selama 42 hari dan jumlah sampel yang berbeda-beda untuk setiap pengamatan. Jumlah produksi *frame chassis* pada *line assy B* selama bulan Juni-Juli 2017 sebesar 2595 unit, dan jumlah cacat sebesar 142 unit. Berikut merupakan data produksi dan hasil perhitungan batas kendali *produksi frame chassis line* pada *assy B* setelah dilakukan implementasi perbaikan selama bulan Juni-Juli 2017.

Tabel 5.2. Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali *Frame Chassis Line Assy B* pada Bulan Juni-Juli 2017

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
1	02 Juni 2017	68	4	0,0588	0,0547	0,1375	-0,0281
2	03 Juni 2017	57	7	0,1228	0,0547	0,1451	-0,0357
3	05 Juni 2017	68	1	0,0147	0,0547	0,1375	-0,0281
4	06 Juni 2017	58	2	0,0345	0,0547	0,1443	-0,0349
5	07 Juni 2017	65	2	0,0308	0,0547	0,1393	-0,0299
6	08 Juni 2017	66	4	0,0606	0,0547	0,1387	-0,0293
7	09 Juni 2017	60	2	0,0333	0,0547	0,1428	-0,0334
8	12 Juni 2017	63	0	0	0,0547	0,1407	-0,0312
9	13 Juni 2017	66	4	0,0606	0,0547	0,1387	-0,0293
10	14 Juni 2017	66	4	0,0606	0,0547	0,1387	-0,0293
11	15 Juni 2017	63	3	0,0476	0,0547	0,1407	-0,0312
12	16 Juni 2017	64	5	0,0781	0,0547	0,1400	-0,0306
13	17 Juni 2017	47	4	0,0851	0,0547	0,1542	-0,0448
14	19 Juni 2017	63	2	0,0317	0,0547	0,1407	-0,0312
15	20 Juni 2017	86	7	0,0814	0,0547	0,1283	-0,0189
16	03 Juli 2017	83	9	0,1084	0,0547	0,1296	-0,0202

Lanjut...

Tabel 5.2. Perhitungan Batas Kendali untuk Peta Kendali *Frame Chassis Line* Assy B pada Bulan Juni-Juli 2017 (Lanjutan)

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah cacat (unit)	Proporsi Cacat	CL	UCL	LCL
17	04 Juli 2017	86	8	0,0930	0,0547	0,1283	-0,0189
18	05 Juli 2017	107	9	0,0841	0,0547	0,1207	-0,0113
19	06 Juli 2017	116	3	0,0259	0,0547	0,1181	-0,0087
20	07 Juli 2017	115	7	0,0609	0,0547	0,1183	-0,0089
21	08 Juli 2017	47	3	0,0638	0,0547	0,1542	-0,0448
22	10 Juli 2017	72	6	0,0833	0,0547	0,1351	-0,0257
23	11 Juli 2017	51	3	0,0588	0,0547	0,1503	-0,0409
24	12 Juli 2017	75	4	0,0533	0,0547	0,1335	-0,0241
25	13 Juli 2017	61	3	0,0492	0,0547	0,1421	-0,0327
26	14 Juli 2017	45	0	0	0,0547	0,1564	-0,0470
27	15 Juli 2017	46	4	0,0870	0,0547	0,1553	-0,0459
28	16 Juli 2017	46	3	0,0652	0,0547	0,1553	-0,0459
29	17 Juli 2017	87	2	0,0230	0,0547	0,1279	-0,0185
30	18 Juli 2017	87	5	0,0575	0,0547	0,1279	-0,0185
31	19 Juli 2017	81	0	0	0,0547	0,1305	-0,0211
32	20 Juli 2017	22	0	0	0,0547	0,2002	-0,0908
33	21 Juli 2017	28	3	0,1071	0,0547	0,1837	-0,0743
34	22 Juli 2017	45	2	0,0444	0,0547	0,1564	-0,0470
35	23 Juli 2017	34	1	0,0294	0,0547	0,1717	-0,0623
36	24 Juli 2017	27	0	0	0,0547	0,1860	-0,0766
37	25 Juli 2017	43	1	0,0233	0,0547	0,1588	-0,0494
38	26 Juli 2017	46	2	0,0435	0,0547	0,1553	-0,0459
39	27 Juli 2017	57	4	0,0702	0,0547	0,1451	-0,0357
40	28 Juli 2017	40	1	0,0250	0,0547	0,1626	-0,0532
41	30 Juli 2017	33	5	0,1515	0,0547	0,1735	-0,0641
42	31 Juli 2017	55	3	0,0545	0,0547	0,1467	-0,0373
Total		2595	142				

(Sumber: Pengolahan data)

Dari tabel diatas, dilakukan pengamatan setelah implementasi perbaikan selama 42 hari yaitu pada tanggal 02 Juni 2017 hingga 31 Juli 2017, dengan jumlah sampel dan jumlah cacat yang berbeda-beda pada setiap hari pengamatan. Sehingga hasil perhitungan proporsi cacat harian, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) berbeda-beda pada setiap hari pengamatan. Setelah

melakukan perhitungan batas kendali, maka langkah selanjutnya yaitu pembuatan peta kendali p setelah dilakukan implementasi perbaikan.

Pembuatan peta kendali setelah dilakukan implementasi perbaikan dilakukan dengan menghitung proporsi cacat harian, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), batas kendali bawah (*lower control limit*) berdasarkan masing-masing hari pengamatan. Berikut perhitungan proporsi cacat harian, rata-rata p, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) untuk sampel ke-1 yaitu pada tanggal 02 Juni 2017:

a. Perhitungan proporsi cacat harian

Untuk perhitungan proporsi cacat harian sampel ke-1 produksi *frame chassis* pada *line assy B* tanggal 2 Juni 2017 adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{\text{Jumlah cacat dalam subgrup}}{\text{Ukuran subgrup (jumlah yang diperiksa)}}$$

$$p = \frac{4}{68} = 0,0588$$

Berdasarkan perhitungan, proporsi cacat harian sampel ke-1 yaitu pada tanggal 03 Januari 2017 sebesar 0,0588. Untuk perhitungan proporsi cacat harian pada tanggal lainnya menggunakan cara yang sama. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

b. Hitung rata-rata dari p

Diketahui bahwa jumlah produksi *frame chassis* pada *line assy B* yang diperiksa pada bulan Juni-Juli 2017 yaitu sebesar 2595 unit, dan jumlah *defect* sebesar 142 unit. Sehingga, untuk perhitungan rata-rata dari p adalah sebagai berikut:

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total yang diperiksa}}$$

$$\bar{p} = \frac{142}{2595} = 0,0547$$

c. Hitung batas kendali untuk peta kendali p

Untuk perhitungan batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) produksi

frame chassis pada *line assy B* sampel ke-1 yaitu pada tanggal 2 Juni 2017 adalah sebagai berikut:

- 1) Batas kendali atas (*upper control limit*)

$$UCL = 0,0547 + 3\sqrt{\frac{0,0547(1 - 0,0547)}{68}}$$

$$UCL = 0,1375$$

Berdasarkan perhitungan, batas kendali atas (*upper control limit*) sampel ke-1 yaitu pada tanggal 02 Juni 2017 sebesar 0,1375.

- 2) Garis tengah (*center line*)

$$CL = \bar{p} = \frac{142}{2595} = 0,0547$$

Berdasarkan perhitungan, garis tengah (*center line*) sampel ke-1 yaitu pada tanggal 02 Juni 2017 sebesar 0,1375

- 3) Batas kendali bawah (*lower control limit*)

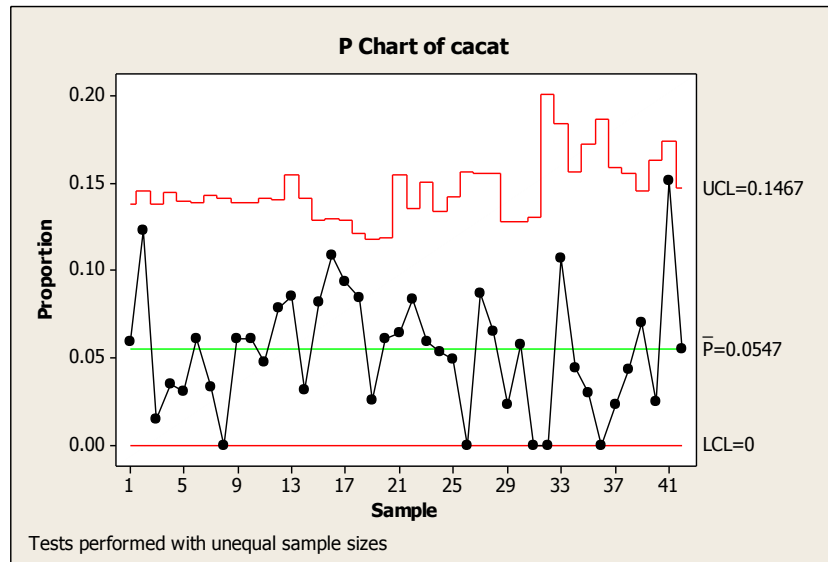
$$LCL = 0,0547 - 3\sqrt{\frac{0,0547(1 - 0,0547)}{68}}$$

$$LCL = -0,0281$$

Berdasarkan perhitungan, batas kendali bawah (*lower control limit*) sampel ke-1 yaitu pada tanggal 02 Juni 2017 sebesar -0,0281.

Untuk perhitungan batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*) produksi *frame chassis line assy B* pada tanggal lainnya menggunakan cara yang sama. Setelah menghitung proporsi cacat harian, rata-rata $\bar{p}$, batas kendali atas (*upper control limit*), garis tengah (*center line*), dan batas kendali bawah (*lower control limit*), selanjutnya adalah pembuatan peta kendali $\bar{p}$ dengan menggunakan *software* minitab. Pembuatan peta kendali dilakukan untuk mengetahui apakah data berada didalam batas kendali atau tidak setelah dilakukan implementasi perbaikan. Berikut merupakan grafik peta kendali $\bar{p}$ produksi *frame chassis* pada *line assy B*

selama bulan Juni-Juli 2017 yaitu setelah dilakukan implementasi perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut:



Gambar 5.6. Peta Kendali P *Frame Chassis* pada *Line Assy B* Setelah Implementasi Perbaikan
(Sumber: Pengolahan data)

Berdasarkan perhitungan dan pembuatan peta kendali p yang dilakukan setelah dilakukan implementasi perbaikan, dapat terlihat bahwa semua data berada didalam batas kontrol. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa proses sudah berada didalam batas kendali.

2. Perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) Setelah Implementasi Perbaikan

Perhitungan DPMO produksi *frame chassis* pada *line assy B* adalah setelah dilakukan implementasi perbaikan adalah:

a. Unit (U)

Jumlah produksi yang dihasilkan pada *line assy B* produksi *frame chassis* pada selama bulan Juni-Juli 2017 yaitu sebesar 2595 unit.

b. *Opportunities* (OP)

Pada tahap sebelumnya telah diketahui terdapat 5 jenis karakteristik cacat atau CTQ potensial yaitu diantaranya *rivet gap*, *rivet tidak center*, *part NG (Not Good)*, *rivet kecil/tipis*, dan *welding NG (Not Good)*.

c. *Defect (D)*

Jumlah unit cacat yang terjadi pada produksi *frame chassis line assy B* selama bulan Juni-Juli 2017 yaitu sebesar 142 unit.

d. *Defect Per Unit (DPU)*

$$DPU = \frac{Defect}{Unit} = \frac{142}{2595} = 0,0547$$

Nilai *Defect Per Unit (DPU)* untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 0,0547.

e. *Total Opportunities*

$$TOP = U \times OP = 2595 \times 5 = 12.975$$

Nilai *Total Opportunities* untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 12.975

f. *Defect Per Opportunities (DPO)*

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{142}{12.975} = 0,010944$$

Nilai *Defect Per Opportunities (DPO)* untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 0,010944

g. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*

$$DPMO = DPO \times 1.000.0000 = 0,010944 \times 1.000.0000 = 10.944$$

Nilai *Defect Per Million Opportunities (DPMO)* untuk produk *frame chassis* pada *line assy B* adalah sebesar 10.944

3. *Level Sigma Setelah Perbaikan*

Setelah diketahui nilai DPMO perusahaan setelah perbaikan, selanjutnya adalah menghitung *level sigma* perusahaan setelah dilakukan perbaikan. *Level sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan kedalam tabel *level sigma*. Dari perhitungan dapat diketahui bahwa DPMO perusahaan setelah dilakukan perbaikan sebesar 10.944. Pada tabel *sigma*, nilai 10.944 DPMO berada pada *level sigma* 3,79 maka untuk lebih jelas mengetahui *level sigma* perusahaan, dilakukan dengan menggunakan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 3,79 = 11.011 dan 3,80 = 10.724,

maka perhitungan *level sigma* dengan menggunakan interpolasi adalah sebagai berikut:

$$\frac{10.944-10.724}{11.011-10.944} = \frac{X-3,80}{3,79-X}$$

$$\frac{220}{67} = \frac{X-3,80}{3,79-X}$$

$$833,8 - 220x = 67x - 254,6$$

$$-220x - 67x = -833,8 - 254,6$$

$$-287x = -1.088,4$$

$$x = \frac{-1.088,4}{-287} = 3,7923$$

Sehingga, *level sigma* berdasarkan hasil interpolasi tabel konversi *Six Sigma* pada *line assy B* produksi *frame chassis line assy B* setelah dilakukan perbaikan berada pada level 3,7923. Nilai DPMO dan *level sigma* sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Perbandingan DPMO dan *Level Sigma* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tindakan Perbaikan Kualitas	Nilai DPMO	Keterangan	<i>Level Sigma</i>	Keterangan
Sebelum Perbaikan	24.331 unit	Turun 13.387	3,4715	Naik 0,308
Sesudah Perbaikan	10.944 unit		3,7923	

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.3, nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) mengalami penurunan yaitu sebesar 13.387 unit, dan mengalami kenaikan *level sigma* yaitu sebesar 0,3208. Hal tersebut menunjukkan terjadi peningkatan kualitas proses produksi *frame chassis* pada *line assy B* setelah dilakukan implementasi perbaikan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengumpulan dan pengolahan data serta analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh jenis cacat pada proses produksi *frame chassis line assy B* adalah *rivet gap*, *rivet* tidak *center*, *part NG (Not Good)*, *rivet* tipis/kecil, dan *welding NG (Not Good)*. Dari kelima jenis cacat tersebut, *rivet gap* merupakan jenis cacat yang paling banyak terjadi pada proses produksi *frame chassis* pada *line assy B*. Faktor penyebab cacat *rivet gap* yang berasal dari manusia yaitu karena operator bekerja sambil berbicara dan salah dalam mengambil *rivet* yang sesuai. Faktor yang berasal dari mesin/tools yaitu karena *snap rivet* sering digunakan. Faktor yang berasal dari metode yaitu dikarenakan belum adanya *Work Instruction (WI)* penggunaan *yoke* pada saat *riveting*, serta belum adanya identifikasi ukuran *rivet* pada *box* penempatan *rivet*.
2. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan kualitas proses produksi *frame chassis* pada *line assy B* setelah dilakukan perbaikan. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)* sebelum perbaikan sebesar 24.331 menjadi 10.944 setelah dilakukan perbaikan. *Level sigma* sebelum perbaikan sebesar 3,4715 menjadi 3,7923 setelah dilakukan perbaikan.
3. Perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi terjadinya jenis cacat *rivet gap* adalah dengan: (1) membuat *Quality Point* mengenai *yoke rivet* dan *snap rivet* dilakukan sebagai panduan operator terhadap poin-poin kualitas, sehingga operator mengetahui standar yang telah ditetapkan; (2) melakukan pengecekan *yoke* dan *snap rivet*, dan melakukan pengisian Lembar *Check Harian (LCH)* untuk memastikan *yoke* dan *snap rivet* dalam keadaan baik; (3) membuat identifikasi ukuran pada *box* penempatan *rivet*, dimaksudkan untuk membedakan ukuran *rivet* yang tersedia sehingga memudahkan

operator dalam mengambil *rivet* sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan, dan meminimalisir kesalahan operator dalam mengambil *rivet*.

6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran bagi perusahaan yang dapat dijadikan masukan yang dapat dipertimbangkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan diharapkan lebih memperhatikan akar penyebab permasalahan yang terjadi dan melakukan implementasi terhadap solusi yang optimal, guna menghindari timbulnya kembali permasalahan yang sama.
2. Perusahaan diharapkan melakukan perbaikan secara terus-menerus terhadap kualitas produk sebagai upaya dalam menurunkan DPMO dan meningkatkan *level sigma* perusahaan.
3. Perusahaan diharapkan dapat terus menerapkan dan mempertahankan perbaikan yang telah dilakukan, serta memantau perbaikan agar berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dortehea Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: ANDI.
- Caesaron, Dino., dan Y.P Simatupang, Stenly. 2015. *Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Perbaikan Produksi Pipa PCV (Studi Kasus PT Rusli Vinilon)*. Jurnal Metris. Vol 16: 91-96.
- Crosby, Philip B. 1979. *Quality is Free*. New York: New American Library.
- David, Garvin. 1988. *Managing Quality*. New York: The Free Press.
- Deming, W. Edwards. 1986. *Out of Crisis*. Cambridge: Massachussetts Institute of Technology.
- Evans, James R., William M. Lindsay. 2005. *The Management and Control of Quality*, 6th Edition, Ohio: South Western.
- Feigenbaum, Armand V. 1991. *Total Quality Control*. Third Editions. New York: McGraw Hill.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Imai, Masaaki. 1998. *Gemba Kaizen: Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah pada Manajemen*, Jakarta: PT Pustaka Binaman Pressindo.
- Juran, Joseph M. 1993. *Quality Planning and Analysis*. 3rd Edition. New York: McGraw Hill.
- Nasution, M. 2001. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Pande, Peter S., Neuman Robert P., Cavanagh Roland R. 2002. *The Six Sigma Way (Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka)*. New York: McGraw-Hill.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. dan Berry L.L. 1985. *A Conceptual Model of Service Quality*. Journal of Marketing (fall): 41-50
- Pyzdek, Thomas. 2002. *The Six Sigma Handbook*. Jakarta: Salemba Empat.
- Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutalaksana, Iftikar Z; Anggawisastra Ruhana; dan Tjakraatmaja Jann H. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: ITB.

- Syukron, Amin; dan Kholil, Muhammad. 2013. *Six Sigma Quality for Businnes Improvent*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wibisono, Y. Yusuf., dan Suteja Theresa. 2013. *Implementasi Metode DMAIC-Six Sigma Dalam Perbaikan Mutu Di Industri Menengah: Studi Kasus Perbaikan Mutu Produk Spring Adjuster Di PT X*. Jurnal Teknik Industri.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik Manajemen Industri*. Surabaya: ITS.

LAMPIRAN

A

Lokasi PT Gemala Kempa Daya

PT Gemala Kempa Daya berlokasi di PT Gemala Kempa Daya *Plant* Jakarta berlokasi di Jalan Pegangsaan Dua A1 KM 1.6, Kelapa Gading Jakarta Utara. PT Gemala Kempa Daya memiliki luas tanah sebesar 45.353 m² yang terdiri dari total luas 215.723 m².



LAMPIRAN

B

Data Hasil Pengamatan Jumlah Produksi dan Cacat Harian Produksi *Frame Chassis* Pada *Line Assy B*

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi	Jenis Cacat <i>Frame Chassis</i>					Total
			<i>Rivet Gap</i>	<i>Rivet Penyok</i>	<i>Part NG (Other)</i>	<i>Rivet Tipis/kecil</i>	<i>Welding NG</i>	
1	03 Januari 2017	45	-	-	-	-	-	0
2	04 Januari 2017	40	-	-	-	-	-	0
3	05 Januari 2017	47	1	2		2	1	6
4	06 Januari 2017	45	1	-	1	1		3
5	09 Januari 2017	46	2	-	1	-	2	5
6	10 Januari 2017	35	4	2	-	-	1	7
7	11 Januari 2017	46	-	1	-	-	1	2
8	12 Januari 2017	45	-	1	1	-	3	5
9	13 Januari 2017	65	3	2	3	1	-	9
10	16 Januari 2017	89	3	4	1	-	-	8
11	17 Januari 2017	83	2	2	3	-	-	7
12	18 Januari 2017	43	2	-	-	-	-	2
13	19 Januari 2017	69	5	5	6	1	1	18
14	20 Januari 2017	26	2	-	-	-		2
15	23 Januari 2017	89	7	1	5	2	1	16
16	24 Januari 2017	49	4	3	1	-		8
17	25 Januari 2017	40	2	2	-	-		4
18	26 Januari 2017	46	-	1	-	1	1	3
19	27 Januari 2017	46	3	2	-	-		5
20	30 Januari 2017	37	6	1	1	-		8
21	31 Januari 2017	46	2	3	-	-	1	6
22	01 Februari 2017	56	5	2	-	2	-	9
23	02 Februari 2017	50	3	4	2	-	-	9
24	03 Februari 2017	60	4	2	1	-	-	7
25	06 Februari 2017	66	10	1	-	1		12
26	07 Februari 2017	56	5	3	1	-	1	9
27	08 Februari 2017	72	1	4	1	-	1	7
28	09 Februari 2017	64	-	9	1	-	-	11
29	10 Februari 2017	49	4	-	2	2	-	8
30	12 Februari 2017	50	5	-	1	1	-	7
31	13 Februari 2017	70	3	2	-	4	-	9
32	14 Februari 2017	48	2	2	-	-	-	4
33	16 Februari 2017	65	8	2	-	-	-	10
34	17 Februari 2017	76	4	2	1	-	-	7
35	19 Februari 2017	51	4	-	1	-	-	5
36	20 Februari 2017	42	5	1	-	-	-	6

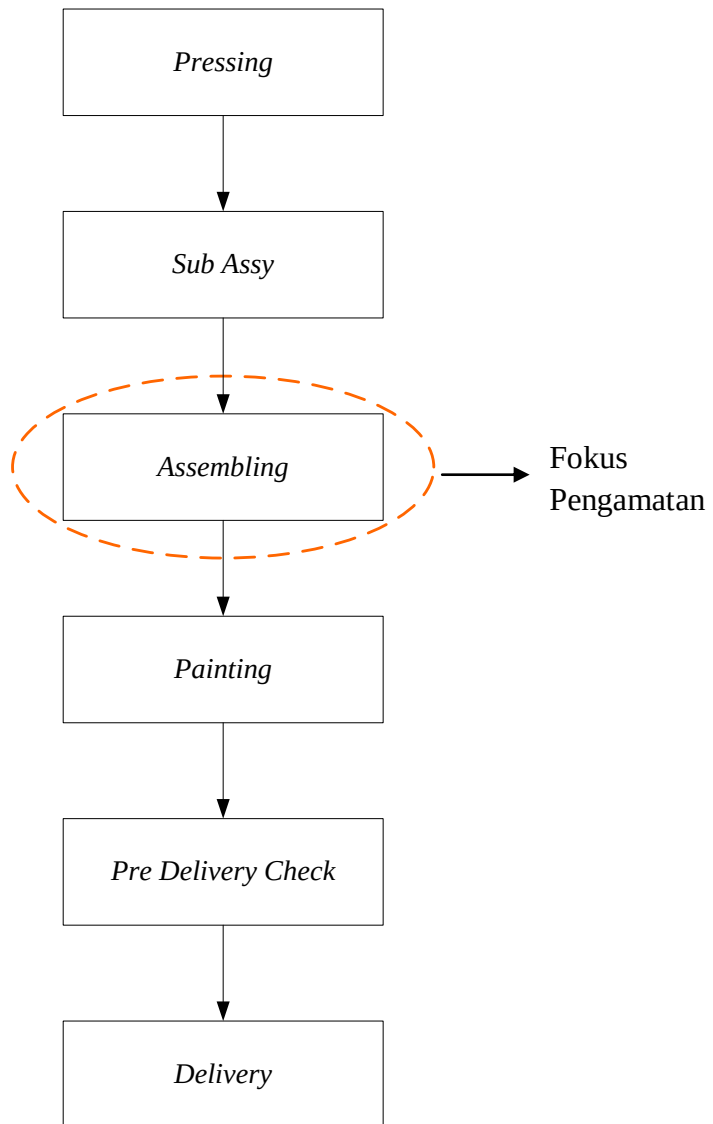
Data Hasil Pengamatan Jumlah Produksi dan Cacat Harian Produksi *Frame Chassis* Pada *Line Assy B* (Lanjutan)

No	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi	Jenis Cacat <i>Frame Chassis</i>					Total
			<i>Rivet Gap</i>	<i>Rivet Penyok</i>	<i>Part NG (Other)</i>	<i>Rivet Tipis/kecil</i>	<i>Welding NG</i>	
37	21 Februari 2017	64	1	1	1	-	-	3
38	22 Februari 2017	65	4	3	2	-	1	10
39	23 Februari 2017	47	4	3	-	-	-	7
40	24 Februari 2017	48	1	3	1	1	-	6
41	26 Februari 2017	51	2	-	2	-	-	4
42	27 Februari 2017	47	2	3	2	-	1	8
43	28 Februari 2017	44	-	-	-	-	-	0
Total		2318	126	79	42	19	16	282

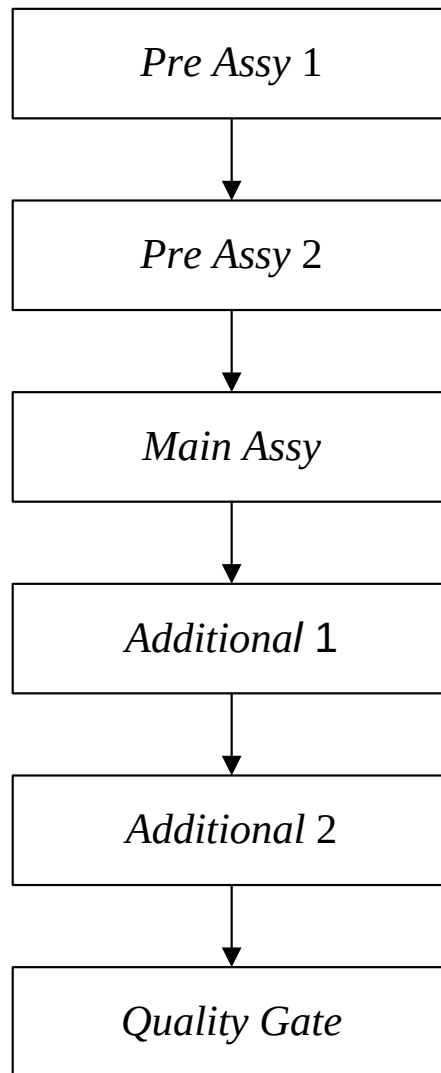
LAMPIRAN

C

Gambar Aliran Proses Produksi Frame Chassis *Line Assy B*



Gambar Aliran Proses Perakitan *Frame Chassis Line Assy B*



LAMPIRAN

D

Perhitungan UCL dan LCL Peta kendali P

$$\bar{p} = \frac{\text{Total cacat}}{\text{Total yang diperiksa}}$$

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

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

Sampel	Perhitungan UCL dan LCL
2	$UCL = 0,1217 + 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{40}} = 0,2767$ $LCL = 0,1217 - 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{40}} = -0,0334$
3	$UCL = 0,1217 + 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{47}} = 0,2647$ $LCL = 0,1217 - 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{47}} = -0,0214$
4	$UCL = 0,1217 + 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{45}} = 0,2678$ $LCL = 0,1217 - 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{45}} = -0,0245$
5	$UCL = 0,1217 + 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = 0,2662$ $LCL = 0,1217 - 3\sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = -0,0229$

6	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{35}} = 0,2874$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{35}} = -0,0441$
7	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = 0,2662$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = -0,0229$
8	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{45}} = 0,2678$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{45}} = -0,0245$
9	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{65}} = 0,2433$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{65}} = 0,000$
10	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{89}} = 0,2256$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{89}} = 0,0177$
11	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{83}} = 0,2293$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{83}} = 0,0140$
12	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{43}} = 0,2712$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{43}} = -0,0279$

13	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{69}} = 0,2397$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{69}} = 0,0036$
14	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{26}} = 0,3140$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{26}} = -0,0707$
15	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{89}} = 0,2256$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{89}} = 0,0177$
16	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{49}} = 0,2618$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{49}} = -0,0184$
17	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{40}} = 0,2767$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{40}} = -0,0334$
18	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = 0,2662$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = -0,0229$
19	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = 0,2662$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = -0,0229$

20	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{37}} = 0,2829$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{37}} = -0,0395$
21	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = 0,2662$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{46}} = -0,0229$
22	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{56}} = 0,2527$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{56}} = -0,0094$
23	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{50}} = 0,2603$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{50}} = -0,0170$
24	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{60}} = 0,2483$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{60}} = -0,0049$
25	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{66}} = 0,2424$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{66}} = 0,0009$
26	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{56}} = 0,2527$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{56}} = -0,0094$

27	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{72}} = 0,2372$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{72}} = 0,0061$
28	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{64}} = 0,2442$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{64}} = -0,0009$
29	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{49}} = 0,2618$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{49}} = -0,0184$
30	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{50}} = 0,2603$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{50}} = 0,0170$
31	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{70}} = 0,2389$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{70}} = 0,0044$
32	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{48}} = 0,2632$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{48}} = -0,0198$
33	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{65}} = 0,2433$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{65}} = 0,0000$

34	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{76}} = 0,2341$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{76}} = 0,0092$
35	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{51}} = 0,2590$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{51}} = -0,0156$
36	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{42}} = 0,2730$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{42}} = -0,0296$
37	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{64}} = 0,2442$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{64}} = -0,0009$
38	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{65}} = 0,2433$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{65}} = 0,0000$
39	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{47}} = 0,2647$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{47}} = -0,0214$
40	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{48}} = 0,2632$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{48}} = -0,0199$

41	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{51}} = 0,2590$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{51}} = -0,0156$
42	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{47}} = 0,2647$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{47}} = -0,0214$
43	$\text{UCL} = 0,1217 + 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{44}} = 0,2695$ $\text{LCL} = 0,1217 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{44}} = -0,0262$

Perhitungan UCL dan LCL Setelah Revisi

Sampel	Perhitungan UCL dan LCL
2	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{40}} = 0,2701$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{40}} = -0,0353$
3	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{47}} = 0,2582$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{47}} = -0,0235$
4	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{45}} = 0,2613$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{45}} = -0,0265$
5	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = 0,2598$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = -0,0250$
6	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{35}} = 0,2806$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{35}} = -0,0458$
7	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = 0,2598$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = -0,0250$

8	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{45}} = 0,2613$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{45}} = -0,0265$
9	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{65}} = 0,2372$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{65}} = -0,0024$
10	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{89}} = 0,2197$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{89}} = 0,0150$
11	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{83}} = 0,2234$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{83}} = 0,0114$
12	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{43}} = 0,2646$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{43}} = -0,0299$
14	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{26}} = 0,3068$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{26}} = -0,0720$
15	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{89}} = 0,2197$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{89}} = 0,0150$

16	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{49}} = 0,2553$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{49}} = -0,0205$
17	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{40}} = 0,2701$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{40}} = -0,0353$
18	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = 0,2598$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = -0,0250$
19	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = 0,2598$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = -0,0250$
20	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{37}} = 0,2761$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{37}} = -0,0413$
21	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = 0,2598$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{46}} = -0,0250$
22	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{56}} = 0,2464$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{56}} = -0,0116$

23	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{50}} = 0,2539$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{50}} = -0,0192$
24	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1217)}{60}} = 0,2420$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{60}} = -0,0073$
25	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{66}} = 0,2362$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{66}} = -0,0015$
26	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{56}} = 0,2464$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{56}} = -0,0116$
27	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{72}} = 0,2312$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{72}} = 0,0036$
28	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{64}} = 0,2381$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{64}} = -0,0033$
29	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{49}} = 0,2552$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{49}} = -0,0205$

30	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{50}} = 0,2539$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{50}} = -0,0192$
31	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{70}} = 0,2328$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{70}} = 0,0002$
32	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{48}} = 0,2568$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{48}} = -0,0220$
33	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{65}} = 0,2372$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{65}} = -0,0024$
34	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{76}} = 0,2282$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{76}} = 0,0066$
35	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{51}} = 0,2526$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1217 (1-0,1217)}{51}} = -0,0178$
36	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1217)}{42}} = 0,2664$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{42}} = -0,0316$

37	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{64}} = 0,2381$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{64}} = -0,0033$
38	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{65}} = 0,2372$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{65}} = -0,0024$
39	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{47}} = 0,2582$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{47}} = -0,0235$
40	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{48}} = 0,2568$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{48}} = -0,0220$
41	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{51}} = 0,2526$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{51}} = -0,0178$
42	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{47}} = 0,2582$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{47}} = -0,0235$
43	$\text{UCL} = 0,1174 + 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{44}} = 0,2630$ $\text{LCL} = 0,1174 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{44}} = -0,0282$

Perhitungan UCL dan LCL Implementasi Perbaikan

Sampel	Perhitungan UCL dan LCL
2	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{57}} = 0,1451$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{57}} = -0,0357$
3	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{68}} = 0,1375$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{68}} = -0,0281$
4	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{58}} = 0,1443$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{58}} = -0,0349$
5	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{65}} = 0,1393$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{65}} = -0,0299$
6	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{66}} = 0,1387$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{66}} = -0,0293$
7	$\text{UCL p} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{60}} = 0,1428$ $\text{LCL p} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{60}} = -0,0334$

8	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{63}} = 0,1407$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{63}} = -0,0312$
9	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{66}} = 0,1387$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{66}} = -0,0293$
10	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{66}} = 0,1387$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{66}} = -0,0293$
11	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{63}} = 0,2234$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{63}} = -0,0312$
12	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{64}} = 0,1400$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{64}} = -0,0306$
13	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{47}} = 0,1542$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{47}} = -0,0448$
14	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{63}} = 0,1407$

	$\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{63}} = -0,0312$
15	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{86}} = 0,1283$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{86}} = -0,0189$
16	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{83}} = 0,1296$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{83}} = -0,0202$
17	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{86}} = 0,1283$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{86}} = -0,0189$
18	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{107}} = 0,1207$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{107}} = -0,0113$
19	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,1174)}{116}} = 0,1181$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{116}} = -0,0087$
20	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{115}} = 0,1183$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{115}} = -0,0089$

21	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{47}} = 0,1542$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{47}} = -0,0448$
22	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{72}} = 0,1351$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{72}} = -0,0257$
23	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{51}} = 0,1503$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{51}} = -0,0409$
24	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{75}} = 0,1335$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,1174 (1-0,1174)}{75}} = -0,0241$
25	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{61}} = 0,1421$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{61}} = -0,0327$
26	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{45}} = 0,1564$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{45}} = -0,0470$
27	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{46}} = 0,1553$

	$\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{46}} = -0,0459$
28	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{46}} = 0,1553$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{46}} = -0,0459$
29	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{87}} = 0,1279$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{87}} = -0,0185$
30	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{87}} = 0,1279$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{87}} = -0,0185$
31	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{81}} = 0,1305$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{81}} = -0,0211$
32	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{22}} = 0,2002$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{22}} = -0,0908$
33	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{28}} = 0,1837$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{28}} = -0,0743$

34	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{45}} = 0,1564$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{45}} = -0,0470$
35	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{34}} = 0,1717$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{34}} = -0,0623$
36	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{27}} = 0,1860$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{27}} = -0,0766$
37	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{43}} = 0,1588$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{43}} = -0,0494$
38	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{46}} = 0,1553$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{46}} = -0,0459$
39	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{57}} = 0,1451$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{57}} = -0,0357$
40	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{40}} = 0,1626$

	$\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{40}} = -0,0532$
41	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{33}} = 0,1735$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{33}} = -0,0641$
42	$\text{UCL} = 0,0547 + 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{55}} = 0,1467$ $\text{LCL} = 0,0547 - 3 \sqrt{\frac{0,0547 (1-0,0547)}{55}} = -0,0373$

LAMPIRAN

E

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* Berdasarkan Konsep Motorola

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	16.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Sumber: nilai-nilai dibandingkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32	Catatan: Tabel konversi ini Mencakup pengeseran 1,5- sigma untuk semua nilai Z	
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gaspersz (2002)